Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien.

Von

Rutger Sernander.

Mit Tafel I und II.

Einleitung.

Nächst der Kiefer dürfte keine derjenigen Baumarten, welche die Wälder des Waldgebietes der alten Welt zusammensetzen, eine solche Bedeutung wie die Fichte[1]) besitzen. Vom Ochotskischen Meere erstrecken sich die Fichtenwälder in einem überaus breiten Gürtel mitten durch Sibirien bis ins nördliche und mittlere Russland und über Skandinavien. Im mittleren Europa geht die Fichte bis an die Grenze des Mittelmeergebietes, obgleich sie hier ihre dominierende Rolle verloren.

Nach dem westlichsten Europa erstreckt sich die Fichte nicht als wild wachsender Baum. Das nordwestliche und ein Teil des mittleren Frankreich, ganz Großbritannien, Belgien, Holland, das nordwestliche Deutschland, Jütland und die dänischen Inseln besitzen nur angepflanzte Fichtenwälder.

Diese Begrenzung der Verbreitung der *Picea Abies* (L.) Th. Fr. gegen Westen hat von pflanzengeographischen Gesichtspunkten aus immer eine gewisse Aufmerksamkeit auf sich gezogen.

A. de Candolle hat an mehreren Stellen seiner Géographie botanique raisonnée 1855 die Frage aufgeworfen, warum gewisse Pflanzen, die übrigens über den größten Teil des Continentes verbreitet sind, im nordwestlichen Europa, besonders in Großbritannien fehlen. E. Forbes war schon in den

1) Zu der von Link aufgestellten Gattung *Picea* wird nunmehr *Pinus Abies* L. Species plantarum. Ed. 1 (1753) allgemein gebracht. Gewöhnlich hat man dann die Benennung Lamarck's *excelsa* aufgenommen. Es scheint mir kein Grund vorhanden, den Linné'schen Speciesnamen *Abies* wegzuwerfen, weshalb ich in dem vorliegenden Aufsatze im Anschluss an die Gesetze für die botanische Nomenclatur, welche auf dem internationalen botanischen Congresse zu Paris 1867 angenommen wurden, den Vorschlag aufnehme, welchen Th. Fries in »Strödda bidrag till kännedomen om Skandinaviens barrträd« Botaniska Notiser 1890. p. 250 vorbrachte, nämlich die Fichte *Picea Abies* zu benennen. Was die systematische Begrenzung betrifft, nehme ich im Anschluss an fast alle modernen Floristen *Picea obovata* Ledebour nur als eine klimatische Varietät von *Picea Abies* (L.) Th. Fr. an.

vierziger Jahren (On the connexion between the distribution of the existing Fauna and Flora of the British isles, with the geological changes which have affected their area especially during the northern drift. London 1846) durch seine umfassenden Studien über die englische Flora zu dem Resultate gekommen, dass die Einwanderung der Pflanzen aus Osten, die eine Zeit lang während der quartären Epoche fortdauerte, durch die Bildung des englischen Canals aufgehört habe. De Candolle, welcher der Ansicht ist, dass ein so breiter Meeresarm wie der fragliche der Überführung von Samen der meisten Phanerogamen sehr große Schwierigkeiten in den Weg legen müsse, schließt sich dieser Theorie Forbes' beinahe völlig an. Er betont aber, dass der englische Canal keine scharfe Grenzlinie für die Verbreitung östlicher Formen gegen Nordwesten bezeichne. Für einen großen Teil solcher Formen geht diese Grenzlinie durch das südliche Großbritannien, wohin sie folglich (nach De Candolle's Ansichten von einem Samentransport über Wasser) gelangt sein müssten, bevor die Insel von dem Continente getrennt wurde; für einen anderen Teil geht sie z. B. durch das Innere Frankreichs. Diese letzteren hätten also aus klimatischen Ursachen nicht weiter gegen Nordwesten wandern können. Ferner scheint er es nicht für unglaublich zu halten, dass im westlichen Europa ein Teil der continentalen Pflanzenformen infolge der Veränderungen des Klimas ausgestorben sei. Diese Ansicht stützt er darauf, dass man in den quartären Ablagerungen Englands Überreste der in ihrer heutigen Verbreitung viel weiter gegen Südosten begrenzten Fichte, Edeltanne und Legföhre gefunden; weiter deutet er das isolierte Vorkommen des *Cotoneaster* in der englischen Flora bei Carnarvon als »un reste d'une habitation plus étendue«. Er sagt auch direct (l. c. pag. 1320—1321): »Évidemment il y a eu, pendant l'époque quaternaire, une cause d'extinction de certaines espèces continentales. D'après l'exemple des *Abies*, qui végètent parfaitement en Angleterre de nos jours, il faut qu'à une époque voisine de la formation du Pas-de-Calais, le climat ait été plus humide ou moins chaud en été, en un mot plus maritime, qu'il ne l'a été ensuite et qu'il ne l'est à présent.« Man vergleiche damit, was er in dem ersten Teile seines klassischen Werkes (pag. 194) von der Fichte sagt: »ce n'est pas une cause physique actuelle qui l'exclut des îles Britanniques, c'est une cause ancienne, ou un ensemble de causes anciennes, remontant peut-être à une époque antérieure à la présence de l'homme en Europe«.

Middendorff (Reise in dem äußersten Norden und Osten Sibiriens. IV. Übersicht der Natur Nord- und Ostsibiriens. Vierte Lieferung: Die Gewächse Sibiriens 1864 pag. 765—766) hat eine ähnliche Ansicht ausgesprochen, indem er behauptet, dass die Fichte wie auch *Larix europaea* DC., *Pinus Cembra* L. und *Abies sibirica* Ledebour, die, wenn man das mehr isolierte Auftreten der Lärche und der Arve im mittleren Europa ausnimmt, sehr bald ihre Westgrenze im nördlichen Russland erreichen, ihre Einwanderung von Osten nach Westen noch nicht vollendet habe, weshalb ihre

westliche Grenzlinie, um mit Grisebach zu sprechen, nicht von klimatischen oder richtiger nicht von ausschließlich klimatischen Ursachen bedingt sei.

Engler (Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. Teil I. Leipzig 1879. pag. 182) spricht sich sehr bestimmt dafür aus, dass die Bildung des englischen Canals in der Wanderung der östlichen Pflanzenformen gegen Westen eine plötzliche Unterbrechung verursacht habe, und zählt 19 Arten, darunter die Fichte, auf, deren Fehlen in der englischen Flora dadurch erklärt werden kann, dass sie vor der Bildung des englischen Canals noch nicht nach den nordwestlichsten Teilen Europas gelangt seien.

Was aber die skandinavische Halbinsel betrifft, glaubte wohl noch vor einem Decennium kaum jemand, dass es für diese in der heutigen Vegetation so wichtige Baumart Gebiete gäbe, nach denen sie noch nicht eingewandert sei, dass folglich die Fichte in der skandinavischen Flora beträchtlich jünger sei als ihr Kamerad in unseren Wäldern, die Kiefer, von der man seit lange weiß, dass sie ein uraltes Bürgerrecht in der skandinavischen Vegetation besitzt.

Sehr überraschend kam daher ein Aufsatz von dem Forstmeister A. T. Gløersen in »Den norske Forstforenings Aarbog for 1884«: Vestlandsgranen og dens Indvandrings-Veie, in welchem durch eine besonders genaue und eingehende Erörterung nachgewiesen wurde, dass die Fichte in dem Vestenfjeldske Norge, wo sie seit langer Zeit als sehr selten vorkommend bekannt gewesen, infolge der Schwierigkeiten, welche die Hochgebirge ihrer Verbreitung nach Westen in den Weg gelegt, erst in einer Zeit eingewandert sei, als das Eingreifen des Menschen in die Entwicklungsgeschichte der Wälder bereits anfing, in einem höchst wesentlichen Grade der Physiognomie der Vegetation ihr Gepräge aufzudrücken.

Gløersen nimmt an, dass die norwegische Fichte in zwei großen Hauptabteilungen eingewandert sei — richtiger in drei, wenn man die kleinen isolierten Vorkommnisse bei Karasjok und Sydvaranger mitrechnet, die er als die westlichsten Vorposten der Fichtenwälder in Finnisch- und Russisch-Lappland deutet — nämlich eine nach dem Søndenfjeldske und eine andere nach dem Nordenfjeldske Norge[1]). Die Gegend zwischen dem Faxefjeld und dem Merakersthal hat nach seiner Ansicht, teils wegen der Natur dieser Gebirgsgegend, teils wegen der dortigen Vegetation niemals einen Einwanderungsstrom der Fichte von der schwedischen Seite empfangen.

Was den südlichen Einwanderungsweg betrifft, ist er der Meinung, der schwedische Fichtenwald habe an allen Punkten von Svinesund bis nach Faxefjeld unbehindert eindringen können, der nördliche dagegen wäre

1) Dass sie von Westen gekommen wäre, scheint ihm unmöglich, da ja ein breites und tiefes Meer die Küsten Norwegens umspült und die Fichte in eben den Ländern fehlt, die jenseits dieses Meeres liegen.

enger gewesen, auf vier Felsenthäler an der Grenze zwischen dem nördlichen Jemtland und Nordre Trondhjems Amt verteilt. Diese zwei großen Einwanderungsströme hätten sich dann über die übrigen Teile des heute mit Fichten bewachsenen Norwegen verbreitet.

Der nördliche Strom hatte die kleinsten Entfernungen zurückzulegen. Bevor der südliche sich indessen durch einige Gebirgspässe einen Weg nach dem um mehrere Längengrade entfernten Vestenfjeldske Norge hätte bahnen können, wären ungeheure Zeiträume verflossen; und als derselbe dort angelangt, sei der Culturmensch dagewesen, um die weitere Verbreitung desselben durch eine intensive Abholzung und große Waldbrände zu erschweren. Die Kiefer hingegen, die überdies durch die Leichtigkeit und Schnelligkeit, womit sich dieselbe im Vergleich mit der Fichte auf ungünstigem Erdboden verbreiten kann, im Vorteil gewesen, hätte schon lange vor diesem kritischen Zeitpunkte ihre Ausbreitung vollendet. Außer der Art und Weise, wie die Kiefer heutzutage vorkommt, geht dies auch aus den reichlichen Überresten derselben hervor, welche man überall in der Tiefe der norwegischen Torfmoore findet. Andererseits sprechen für die verhältnismäßig späte Einwanderung der Fichte sowohl ihre jetzige Ausbreitung in dem Vestenfjeldske Norge als auch das besonders merkwürdige Verhältnis, worauf auch Gløersen mit Recht ein großes Gewicht legt, dass er nämlich in den Torfmooren dieser Gegenden, von denen so viele teils wegen des Brenntorfes, teils auch zu agronomisch-wissenschaftlichen Zwecken durchgegraben und untersucht worden, und in welchen große Massen von Föhrenresten angetroffen worden, noch keine Spuren von Fichten gefunden und trotz eifriger Erkundigungen keine einzige Angabe darüber erhalten hat.

Im folgenden Jahre veröffentlichte A. G. Nathorst in »Geologiska Föreningens Förhandlingar« einen Aufsatz mit dem Titel »Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer«, G. F. F. 1885, Band VII. Heft 14. Dort wurde unter anderem eine sehr merkwürdige Thatsache hervorgehoben, dass die Fichte, der zur Zeit wichtigste Waldbaum Norrlands, in denjenigen norrländischen Kalktuffablagerungen, welche er Gelegenheit gehabt, in sehr großer Anzahl zu untersuchen, ganz und gar fehlte, während *Pinus sylvestris* L. dieselben Tuffe reichlich mit Überresten an Ästen, Nadeln und Zapfen ausfüllte[1]). Da die schonischen Kalktuffe denselben Mangel zeigen, da ferner Steenstrup in den Torfmooren Dänemarks,

---

1) Spätere Untersuchungen über diese Tuffe haben ganz dasselbe Resultat ergeben. Vergl.:

A. G. Nathorst, Ytterligare om floran vid Långsele i Dorotea socken. G. F. F. 1886. Band VIII. Häft. 1.

—— Föredrag i botanik vid K. Vetenskaps-akademiens högtidsdag 1887.

Rutger Sernander, Några bidrag till den norrländska kalktuff-floran. Bot. Not. 1890. Häft. 3.

denen er so weitumfassende Studien gewidmet, keine Spuren der Fichte gefunden, und da sie endlich auch jetzt keinen Bestandteil der Vegetation dieses Landes bildet, so schloss NATHORST, dass die Fichte von Westen oder Osten in unsere Flora eingewandert sei und dass diese Einwanderung wenigstens nicht vor der Zeit stattgefunden habe, wo die Kiefer schon zusammenhängende Wälder im nördlichen Schweden bildete.

In seinen Vorlesungen über die Geschichte der skandinavischen Flora an der Universität Upsala im Frühlingssemester des folgenden Jahres ging Professor KJELLMAN auf diese wichtige Frage ausführlicher ein. Besonders hob er die zerstreute, so zu sagen versprengte Ausbreitung hervor, welche die südlichen, in ihrer Verbreitung mit der Stieleiche (*Quercus pedunculata* Ehrh.) und den edlen Laubbäumen in der Hauptsache übereinstimmenden Pflanzen zeigen, und sprach seine Ansicht dahin aus, dass gerade die Fichte bei ihrer Einwanderung und Verbreitung diese Sprengung verursacht habe. Zur Stütze dieser Annahme berief sich KJELLMAN teils auf die oben erwähnten negativen, paläontologischen Zeugnisse, die uns nötigen, die Einwanderung der Fichte in eine ziemlich späte Periode zu verlegen, teils darauf, dass ELIAS FRIES, der auch hervorgehoben, dass die südlichen sogenannten Eichengewächse unseres Landes in vergangenen Zeiten eine bei weitem mehr zu sammenhängende Verbreitung als heutzutage hatten, unter der Moosdecke eines alten Fichtenwaldes mächtige Eichenstämme gefunden[1]), teils darauf, dass in unseren Nadelhölzern einzelne Überreste südlicher Pflanzenformationen anzutreffen seien, die ehemals weite Strecken eingenommen hätten, aber durch die Fichte gesprengt oder zerstört worden wären.

Im Anschluss hieran gab ich vor der »Botaniska Sektionen af Upsala Naturvetenskapliga Studentsällskap« eine Beschreibung der in einer Waldschlucht des südlichen Nerike befindlichen Vegetation, wo Eichengewächse, die ich als Überreste einer durch die Fichte gesprengten Pflanzengesellschaft deutete, sich mitten in einem tiefen Mischnadelwalde fanden[2]).

Indem KJELLMAN hervorhob, dass die Eichenflora jünger sei als die bedeutendsten entwicklungsgeschichtlichen Elemente, nämlich das glaciale und das subglaciale, aus denen unsere Vegetation zusammengesetzt wird, musste er der Fichte ein ziemlich unbedeutendes Alter in unserer Flora geben. In Betreff des Einwanderungsweges glaubte er seinesteils, dass die Fichte aus Osten eingewandert sei, indem er sich dabei hauptsächlich auf die heutige Verbreitung derselben innerhalb des Waldgebietes der alten Welt und zwar besonders in Skandinavien beruft, wo dieselbe z. B. in Dänemark und in dem größten Teile des Vestenfjeldske Norge fehlt.

In demselben Jahre teilte RAGNAR HULT (Bot. Not. 1886 pag. 182) mit,

---

1) ELIAS FRIES, Den skandinaviska vegetationens historia efter rullstensperioden. Botaniska Utflygter Bd. 2.

2) Ein kurzes Referat dieses Vortrages ist in Botaniska Notiser 1886. p. 146—147 zu finden: R. SERNANDER, Ett bidrag till kännedomen om Sveriges ekflora.

dass er in dem westlichen Nyland subfossile Fichtenreste in einem unter Torf liegenden Süßwasserlehm gefunden, und meinte, dass dieser Fund eine Stütze für die Theorie von der Einwanderung der Fichte aus Osten in einem verhältnismäßig wenig entfernten Zeitpunkte liefern könne.

Im Jahre 1887 äußerte sich Nathorst wieder über diesen Gegenstand und zwar am Festtage der schwedischen Akademie der Wissenschaften in einem Vortrag über die Beiträge der Kalktuffe zur Geschichte der skandinavischen Vegetation. Er sprach als seine bestimmte Meinung aus, dass die Fichte aus Osten gekommen sei, und hob dabei besonders hervor, dass die Einwanderung nicht aus Westen habe stattfinden können, weil sie sowohl in der heutigen Flora Englands als auch in den postglacialen Ablagerungen dieses Landes fehlt, und weil sie in den westlichen Teilen des Søndenfjeldske Norge nur spärlich vorkommt. Eine Einwanderung über Gottland und Åland wurde als die wahrscheinlichste hingestellt. Im Anschluss hieran wurde darauf hingewiesen, dass in den südöstlichen Teilen Skandinaviens drei Funde von subfossilen Fichten gemacht worden sind: in einer marinen Schicht nahe bei Enköping und auf Gottland (Munthe), sowie in dem oben erwähnten Nyländischen Süßwasserlehm. Ebenso wie Kjellman meint auch Nathorst, dass schon vor der Einwanderung der Fichte auf den Boden Skandinaviens fast alle unsere übrigen wild wachsenden Baumarten dort heimisch gewesen seien, vielleicht mit Ausnahme der Buche, die auch spät, aber aus Süden eingewandert sei. Dass sich die Fichte trotz ihres geringen Alters ihre jetzige dominierende Rolle in dem größten Teile Skandinaviens hat erwerben können, stellt er mit der Fähigkeit zusammen, welche der Fichtenwald nach den damals soeben veröffentlichten pflanzenphysiognomischen Untersuchungen von Hult, Holmerz und Örtenblad zu besitzen scheint, andere Pflanzenformationen zu verdrängen.

Seit dieser Zeit ist die Theorie von der verhältnismäßig späten Einwanderung der Fichte Gegenstand einer immer größeren Aufmerksamkeit und Übereinstimmung von Seiten der skandinavischen Pflanzengeographen und der mit der quartären Geologie sich beschäftigenden Geologen geworden, und diese Anschauungsweise hat auf die Auffassung der postglacialen Naturverhältnisse Nordeuropas einen nicht geringen Einfluss ausgeübt. Bei der Beurteilung der Stellung, welche die Fichte in der skandinavischen Flora einnimmt, hat man indes nach meiner Meinung die Sache etwas zu weit getrieben, indem man derselben oft ein allzu geringes absolutes Alter in unserer Flora beilegte und infolge dessen nicht nur ihr Auftreten als subfossil, sondern auch ihre ehemalige und jetzige Rolle in der Entwicklungsgeschichte der Vegetation missdeutete. Gewisse Thatsachen haben mich zu einer anderen Auffassung veranlasst; diese verwerte ich in dem nachfolgenden Versuche zu einer ungefähren Bestimmung des geologischen Zeitpunktes für die Einwanderung der Fichte und ihrer darauf bis zur Jetztzeit folgenden Bedeutung in pflanzenphysiognomischer Hinsicht.

Die Rolle der Fichte in der Entwicklung der skandinavischen Pflanzenformationen.

In Skandinavien[1]) besitzt *Picea Abies* (L.) Fries heutzutage ungefähr folgende Verbreitung[2]): Gegen Norden geht sie auf der Halbinsel Kola von der Ponojgegend nach Westen über die ganze Halbinsel mit Ausnahme einer 50—100 Kilometer breiten Zone von der nördlichen Küste, durch den größten Teil von Inari-Lappmark, von da aus die zwei kleinen, früher erwähnten Standorte in dem nordöstlichen Norwegen bei Karasjok (68° 30′) und Südvaranger (69° 30′) aussendend. Der nördlichste Standort an der Westküste Norwegens ist 67° 10′. Durch Schwedisch-Lappland geht die nördliche Grenze von Palojoensun an der Muoniå-Elf in ungefähr südwestlicher Richtung an Wakkokosket an der Torneå-Elf vorbei bis zur Sulitelmagegend hin. Südlich von dieser Grenzlinie — große Strecken des Vestenfjeldske Norwegen, ganz Sønder-Jylland und das dänische Reich ausgenommen — hat nun die Fichte eine compacte zusammenhängende Ausbreitung, in der jedoch die Gebirgsgegenden in vertikaler Richtung gewisse Unterbrechungen verursachen, auf die ich später zurückkommen werde.

Wir wollen jetzt untersuchen, wie sich die Fichte innerhalb dieses Verbreitungsgebietes in der Entwicklungsreihe der Pflanzenformationen verhält und wie dieselbe an dem bedeutungsvollen Kampf zwischen den verschiedenen Pflanzenformen Teil nimmt, der so zu sagen vor unseren eigenen Augen stattfindet, um dadurch ihre Rolle in der Vegetation der Zukunft zu bestimmen und so eine entwicklungsgeschichtliche Erklärung über ihre Stellung in der Gegenwart zu bekommen.

Leider ist unsere Kenntnis der biologischen Pflanzengeographie Skandinaviens, mit welcher eine Frage wie die vorliegende eng zusammenhängt, noch ebenso unvollständig wie die Disciplin, welche diesen wichtigen Teil der Botanik zum Forschungsgegenstand hat, bei uns jung und wenig

---

1) Unter Skandinavien werden hier einbegriffen: die ganze skandinavische Halbinsel, Dänemark, ganz Finnland, das sogenannte russische Finnland darin mit einbegriffen, gegen Osten und Süden durch das weiße Meer, den Wyg, den Onegasee, den Swir, den Ladogasee, die Newa und den Finnischen Meerbusen begrenzt.

2) Hauptsächlich nach den folgenden Arbeiten, in denen vorzügliche Detailangaben zu finden sind:

G. Wahlenberg, Flora Lapponica 1812.

—— Flora Suecica 1824.

A. F. Gløersen, opus citatum.

A. O. Kihlman, Anteckningar om floran i Inari Lappmark. Meddelander af Societas pro Fauna et Flora fennica II. 1884.

F. C. Schübeler, Norges Växtrige, 1ste Bind 1885, 1ste Bd. 2det Hefte & 2det Bd. 1ste Hefte 1886.

A. O. Kihlman, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Ein Beitrag zur Kenntnis der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica. T. VI. No. 3. 1890.

bearbeitet ist; die einzigen umfassenderen Untersuchungen auf diesem Gebiete verdanken wir demjenigen Mann, der diese Studienrichtung bei uns zuerst eingeführt und derselben eine großartige wissenschaftliche Form gegeben, nämlich Herrn Docenten Ragnar Hult in Helsingfors. Die Arbeiten, in denen er die pflanzenphysiognomische Bedeutung der Fichte berührt, behandeln indessen nur zwei Gebiete, Blekinge und Kemi-Lappmark[1]).

Indessen kann man in unserer großen floristischen und pflanzentopographischen Litteratur — insbesondere in den Vegetationsbeschreibungen Norrlin's aus verschiedenen Teilen Finnlands — Beiträge zur vorliegenden Frage finden. Noch mehr ist vielleicht aus der Forstlitteratur zu holen, obgleich die Frage dort meistens von einem mehr einseitigen, praktischen Gesichtspunkte aus behandelt wird.

So besitzen wir für das nördliche Schweden zwei für die Kenntnis von dem Verhältnis der Fichte zu anderen Baumarten sehr wichtige Arbeiten von C. G. Holmerz und Th. Örtenblad, Om Norrbottens skogar (Bihang till Domånstyrelsens berättelse 1885, Stockholm 1886) sowie auch von E. Henning, Forstligt botaniska studier i Jemtland, 1888. Reseberättelse till kongl. domånstyrelsen (Tidskrift för Skogshushållning. Håft 3, 1889).

Für Finnland und Norwegen findet man viele Beiträge in der schönen Arbeit von A. G. Blomquist: Finlands trädslag I Tallen II Granen, Finska Forstföreningens meddelanden, Band 3, 1881, in der soeben erwähnten Schrift Gløersen's und einigen anderen von ihm, Stalsberg u. a. gelieferten Mitteilungen, in »Den norske Forstforenings Aarbog«.

Im Sommer 1886 hatte ich das Vergnügen, unter der Anleitung Hult's an einer auf seine pflanzenphysiognomischen Methoden gestützten Untersuchung der Vegetationsverhältnisse in der Umgegend des im westlichen Nyland gelegenen Lojosees Teil zu nehmen. Da natürlich eine große Aufmerksamkeit dem allgemeinen Auftreten und dem gegenseitigen Kampf der

1) R. Hult in Societas pro Fauna et Flora fennica:

Försök till en analytisk behandling af växtformationerna. Meddelanden Häft. 12. 1881.

Hjelt & Hult, Vegetationen och floran i en del af Kemi Lappmark och norra Österbotten. Meddelanden Häft. 12. 1885.

Blekinges vegetation. Ibidem 1885.

Mossfloran i trakterna mellan Aavasaksa och Pallastunturit Acta. T. III. No. 1. 1886.

Von anderer skandinavischer pflanzenphysiognomischer Litteratur, aus der die eine oder andere Angabe hier angewendet werden kann, mögen erwähnt werden:

J. A. O. Skårman, Bidrag till Salixformationernas utvecklingshistoria på Klarelfvens stränder. Bot. Notiser 1887. (Eine verkürzte Übersetzung dieses Aufsatzes erschien im Bot. Centralblatt Bd. XXXI.)

G. E. Ringius, Vegetationen på Vermlands hyperitområden. Öfversigt of K. V.-A. Förhandl. 1888. Nr. 3.

A. G. Kellgren, Studier öfver Ombergsflorans papilionaceer. Bot. Not. 1890. (Eine verkürzte Übersetzung erschien im Bot. Centralbl. Bd. XXXVIII.)

waldbildenden Bäume gewidmet wurde, so habe ich von da mehrere Beobachtungen über die Fichtenfrage aufgezeichnet, aus denen man ohne Zweifel Schlüsse ziehen kann, welche im Großen und Ganzen für das südliche Finnland gelten können, wenn man nach den mit den Pflanzenverhältnissen der Lojogegend übereinstimmenden aus anderen Teilen dieser Gegend gemachten Beschreibungen urteilen darf.

Während mehrerer Sommer hatte ich auch Gelegenheit, die in Nerike und zwar in dem südlichen Teil dieser Provinz herrschenden Naturverhältnisse zu untersuchen, und richtete dabei meine Aufmerksamkeit speciell auf die entwicklungsgeschichtliche Rolle der Fichte. Einige Aufmerksamkeit widmete ich auch, obgleich meist im Vorbeigehen, demselben Gegenstand während einer von der königlichen Akademie der Wissenschaften unterstützten Reise für das Studium der fossilen Flora in den »Elfsandablagerungen« mehrerer norrländischer Provinzen, nämlich Helsingland, Medelpad, Ångermanland und Jemtland, ferner auf Gottland, in Upland, im nördlichen Bohuslän und in den benachbarten Teilen Norwegens u. s. w.

Es ist natürlich aus mehrfachen Gründen sehr schwierig, aus diesen zerstreuten Beobachtungen mehr allgemeingültige Schlüsse für den größeren Teil eines so ungeheuren Florengebietes wie das skandinavische zu ziehen [1]).

Da indessen diese Beobachtungen, obgleich sie jedenfalls aus weit entlegenen Punkten mit verschiedenen Naturverhältnissen herrühren, in mehreren großen Zügen überraschend gut mit einander übereinstimmen, wage ich im Folgenden eine kurzgefasste generelle Darstellung von der Bedeutung der Fichte in den wichtigsten der heutigen innerhalb ihres skandinavischen Verbreitungsgebietes vorkommenden Pflanzenformationen zu unternehmen, so wie sie sich meines Erachtens den vorliegenden Thatsachen gemäß gestaltet.

Auf entblößtem Boden entsteht bekanntlich rasch eine bunte Ansiedlung einer Menge verschiedenartiger Pflanzenformen. Bald vereinigen sich diese zu einer geschlossenen Decke und damit ist ein verhängnisvoller Kampf zwischen den verschiedenen Ansiedlern eingetreten. Sie ringen mit einander um Licht, Raum und Nahrung; große Massen unterliegen

---

1) Dazu kommen die keineswegs leicht zu überwindenden Schwierigkeiten, in dieser kurzen Übersicht eine einigermaßen distincte Terminologie für die Vegetationsverhältnisse eines großen Gebietes zu bekommen, über welches weder in der Gesamtheit, noch für eine ganze Region ein zusammenfassendes Werk über biologische Pflanzengeographie geschrieben worden. Wer sich mit dieser Disciplin oder mit mehr reiner Pflanzentopographie beschäftigt, kennt sehr wohl, wie verworren die hierhergehörigen Begriffe sind und wie verschieden dieselben in verschiedenen Gegenden gebraucht werden. Die Specialuntersuchungen Hult's haben jedoch auf mehreren Gebieten eine gewisse Festigkeit der Terminologie und überdies mehrere sehr gute Aufschlüsse und Winke gegeben. Seiner Terminologie folge ich daher so genau als möglich und baue bei der Bildung neuer oder bei der Feststellung älterer Ausdrücke im Allgemeinen auf seinem Principe.

mehr oder weniger rasch, während eine verhältnismäßig geringe Anzahl sich über die Leichen der Besiegten ausbreitet. Aus diesem rücksichtslosen Kampf geht eine im Verhältnis zu der mehr zufällig zusammengekommenen Ansiedlung nach bestimmten Gesetzen gebildete Pflanzengesellschaft, d. h. eine geschlossene Pflanzenformation hervor. Damit hat aber die Entwicklung nicht aufgehört. Die relative Gleichgewichtslage, in welche die die Formation zusammensetzenden Elemente jetzt gekommen zu sein scheinen, ist selten eine dauernde. Nicht nur dass gewisse Mitglieder der Gesellschaft sich noch immer auf Kosten anderer ausbreiten, sondern auch neuen Ansiedlern aus der Nachbarschaft gelingt es, festen Fuß unter den älteren auf dem Platze zu fassen, und nun fängt zwischen diesen ein mehr oder weniger heftiger Streit an. Die Entwicklung der Vegetation schlägt neue Wege ein, und gewisse relative Ruhestadien während dieser Entwicklung zeigen sich als distinkte Formationen, deren gegenseitige Folge einen der wichtigsten und nächstliegenden Gegenstände der modernen biologischen Pflanzengeographie ausmacht. Schließlich muss jedoch ein wirkliches Gleichgewicht eintreten. Man hält dieses Gleichgewicht für erreicht, wenn sich die überlebenden Pflanzenformen in bestimmten Proportionen verjüngen und keine neuen Elemente weiter eindringen können. Die sogenannte Schlussformation ist nunmehr gebildet.

Es ist wohl kaum nötig zu erwähnen, dass eine Entwicklung wie die soeben geschilderte häufig in den Culturländern auf irgend eine Weise unterbrochen oder gestört werden kann. Um die Vegetation in ein Schlussformationsstadium einzuführen, braucht die Natur gewöhnlich mehrere Jahrhunderte, und während dieser Zeit hat der Culturmensch ihr durch sein Eingreifen eine ganz andere Richtung geben können. Im Folgenden wird jedoch die Frage, wenn keine andere Anschauungsweise besonders hervorgehoben wird, mehr abstract gestellt. Ich will nur darzustellen suchen, wie sich die Vegetation verhalten würde, wenn sie sich frei von allen äußeren Eingriffen ausbilden könnte.

Wir wollen nun sehen, welche Rolle die Fichte in diesem Wettstreite der Pflanzen spielt, wie sie sich zu den Pflanzenformationen innerhalb ihres skandinavischen Verbreitungsgebietes verhält. Unter den Standorten berücksichtigen wir hier nur die vier wichtigsten Arten: trockene (inclusive frische) Erde und Felsen, feuchte Erde und Wasser[1]).

---

1) Wenn für die Feuchtigkeitsgrade auf die Weise, welche von der Norrlin-Hult'schen Schule gebraucht wird, eine 10gradige Scala benutzt wird, werden hier unter trocken und frisch die Grade 1—6, unter feucht die Grade 7—10 oder mit den Benennungen Wainio's siccissimus-humidus und udus-aquosissimus verstanden (E. Wainio, Kasvistonsuhteista Pohjais-Suomen ja Venäjan-Karjalan rajaseuduilla I. Meddel. af Soc. pro Fauna et Flora fennica, Fjerde häftet 1878. p. 13). Nach Hult werden folgende Frequenzgrade aufgenommen: häufig (ymnig), reichlich (riklig), zerstreut (strödd), dünngesäet (tunnsådd), einzeln (enstaka).

In denjenigen Ansiedelungen, welche auf trockener Erde aufsprossen, findet sich die Fichte höchst selten. Für das Keimen ihrer Samen scheint eine mehr gleichförmige Feuchtigkeit erforderlich zu sein, als ein von keiner zusammenhängenden Pflanzendecke überkleidetes Substrat sie bieten kann. Den ziemlich empfindlichen zarten Keimpflanzen der Fichte kann wohl auch kein hinlänglicher Schutz durch die dünngesäeten Gewächse der Ansiedlung bereitet werden. Statt dessen entsteht früher oder später aus diesen Ansiedlungen nach Übergangsstadien[1]), die in verschiedenen Gegenden Skandinaviens und nach gewissen äußeren Verhältnissen verschieden sind, ein Baumbestand, der entweder nur aus Kiefern, Birken oder Espen oder auch aus diesen Baumarten in gewissen Mischungsverhältnissen zusammengesetzt ist. Dazu kommen noch die Grauerlen- und Salixbestände, die aus den Erstlingsformationen gewisser Stellen hervorgehen.

In Kemi-Lappmark und im nördlichen Österbotten trägt nach den Forschungen Hult's der in solcher Weise direct entstandene Kieferwald alle Zeichen, sich als Schlussformation erhalten zu können. Die Bodenschicht besteht aus einigen wenigen Arten, der Untergattung *Cladina* Nyl. (Renntierflechte »Renlaf«) von der vielgestalteten *Cladonia* (Hill) Hoffm. angehörend, stellenweise etwa durch eine Art der in systematischer und physiognomischer Hinsicht nahestehenden Gattung *Stereocaulon* Schreb. ersetzt, und erfährt nur einige Veränderungen, so z. B. dass sie hie und da unter aufsprossenden *Calluna*, *Empetrum* u. s. w. sich lichtet. In dieser Bodenschicht verjüngen sich nun die Kiefern, freilich langsam, aber doch schnell genug, um einen dünnen Bestand zu conserviren, in den keine andere Baumform eindringen zu können scheint. Diese Formation wird von Hult Pinetum cladinosum und ihr am meisten vorgeschrittenes Stadium, wo die Kiefern sich sehr gelichtet haben, Cladinetum ericosum genannt.

Denselben Charakter nehmen in Kurzem die in denselben Gegenden häufigen, aus Birken und Kiefern zusammengesetzten Mischwälder an, die z. B. in durch Waldbrände verheerten Gebieten entstanden. In dem Gedränge mit dieser Nebenbuhlerin ergeht es der Birke übel; sie verjüngt sich nicht mehr, die das Licht liebenden Bäume vertrocknen, nachdem sie immer mehr durch die Beschattung der emporstrebenden Kiefern gelitten, und es dauert nicht lange, bis sich die letzteren zu einem reinen Bestand zusammenschließen. Inzwischen hat sich die Bodenschicht in derselben Richtung entwickelt, welche den soeben beschriebenen direct entstandenen Kiefernwald auszeichnete. Dieselben Garantien liegen also auch jetzt vor, nämlich

1) Unter diesen finden sich unter gewissen Umständen z. B. mehrere Arten von an Pflanzenformen reichen Rasen- und »Örtback«formationen, die sich recht lange unverändert erhalten können.

dass sich der in der soeben beschriebenen Weise aufgewachsene Kiefernbestand während einer Generation nach der anderen in der grauen Renntierflechtendecke rein und ungemischt verjüngen wird.

Ein reiner Birkenbestand entsteht auch sehr oft. Lange kann er sich jedoch nicht als ein solcher erhalten. In dem ziemlich zusammenhängenden Moosteppiche, der sich in dieser Formation zwischen den Füßen der Birken ausbreitet, findet die Fichte ein vortreffliches Keimbett, und bald schießt sie in kräftigen, schlanken Sprösslingen auf. Diesen Nebenbuhlern gegenüber steht die Birke wehrlos; ihre Bestände zersplittern sich und sterben aus, die Fichten aber schließen sich in dichte Massen zusammen, und unter ihnen wachsen in der grünenden Moosdecke von Baumpflanzen nur junge lebenskräftige Individuen ihrer eigenen Art, die der Formation ein, wie es scheint, völlig dauerhaftes Dasein zusichern. — Bisweilen kommt jedoch die Kiefer der Fichte zuvor und in diesem Falle wird die Entwicklung allmählich zu der soeben erwähnten Schlussformation, einer lichten Kiefernhaide, geführt.

Wie gestaltet sich nun die Entwicklung dieser Baumbestände, die aus Ansiedlungen auf trockenem Boden aufgewachsen sind, in anderen Teilen Skandinaviens? Zur Einleitung nehmen wir dann diejenigen Partien der skandinavischen Halbinsel und die übrigen Teile Finnlands, welche sich nördlich von dem heutigen Verbreitungsgebiet der Eiche befinden.

Zuerst will ich erklären, weshalb oben besonders die Vegetationsverhältnisse in Kemi-Lappmark und dem nördlichen Österbotten — diese dann als Typen anderer großer Gebiete genommen, die ich später besprechen werde — Gegenstand der Behandlung geworden. Dies hängt von der tief eingreifenden Bedeutung in der Geschichte der Vegetation und speciell für die Zusammensetzung unserer Nadelwälder ab, die, nach meiner Meinung, darin liegt, ob die Untervegetation der Kiefernwälder aus Flechten oder Moosen gebildet wird. Im letzteren Falle wird der Entwicklungsgang, wie ich gefunden zu haben glaube, ein ganz anderer als im ersteren. Der Nadelwald wird freilich fast immer, wenn man einige gewisse auch für Kemi-Lappmark gemeinsame Fälle ausnimmt, auf die ich später zurückkommen werde, der Schlusspunkt der Entwicklung der Vegetation an trockenen Standorten. Die Kiefer hat wohl auch hier eine große Bedeutung; sie kämpft erfolgreich mit der Birke und kann wohl mit dem einen oder anderen neuen Individuum, das in dem Moosteppiche des Mischwaldes gekeimt, das Bestreben der älteren Bäume nach unumschränktem Besitz des Standortes unterstützen. Sie kann auch auf diese Weise große, ziemlich ungemischte Wälder bilden. Diese Kiefernwälder aber, sowohl diejenigen, welche in der jetzt beschriebenen Weise entstanden, als auch diejenigen, welche, was noch gewöhnlicher ist, direct als solche aufgewachsen sind, besitzen eine bedeutende Unähnlichkeit mit den aus Kemi-Lappmark stammenden, die schon beschrieben worden. Der Boden wird hier nicht durch

Renntierflechten grau gefärbt; dafür breitet sich ein hellgrüner Teppich von Moosen aus, die zu der wichtigen Gattung *Hylocomium* Br. eur. gehören. [Die ohne alle Frage gewöhnlichste und am reichlichsten vorkommende Art ist *H. parietinum* (L). Wichtig ist auch *H. proliferum* (L.), das ebenso wie irgend eine *Dicranum*-Art (gewöhnlich *D. undulatum* Ehrh.) als ein wichtiger Teil der Moosdecke selten fehlt]. Für diese Formation möchte ich in Übereinstimmung mit der HULT'schen Nomenclatur den Namen Pinetum hylocomiosum bilden. Beschreibungen dieser Formation — die ohne Zweifel eine der wichtigsten nicht nur in der nordeuropäischen (wahrscheinlich auch nordsibirischen) Provinz des Coniferengebietes, sondern auch in großen Teilen der subatlantischen Provinz des mitteleuropäischen und aralokaspischen Gebietes ist — existieren z. B. aus dem böhmisch-mährischen Plateau von A. v. KERNER (Pflanzenleben der Donauländer 1863 p. 167 und 300—301), von HULT aus der Provinz Blekinge (Blekinges Vegetation p. 198—199). Dass dieser Kiefernwald in Blekinge in irgend eine andere Formation übergehen könne, sagt HULT nicht direct, aber erwähnt in der Schlussübersicht über die Entwicklungsreihe der Pflanzenformationen nur die auf trockenen Sand- und Geröllefeldern vorkommenden Kiefernwälder als Schlussformationen. Wahrscheinlich meint er die Fichte als denjenigen Baum, der eigentlich die meisten Kiefernwälder zersplittert; ob die auf Sand etc. vorkommenden Kiefernwälder wirklich Schlussformationen sind, erlaube ich mir zu beweifeln, wofern sie nicht, was jedoch nicht gesagt wird, mit *Cladina*-Teppich auftreten, und von dem Vorhandensein einer solchen Formation in Blekinge erwähnt er nichts.

Hier geschieht nun die Verjüngung der Kiefer noch dünner als unter den Cladonien; dagegen keimt eine andere Baumart um so besser in dem schützenden Bette der Hylocomien. Diese Baumart ist die Fichte. Ihre aufsprossenden Stämme schaden wohl nicht direct den Kiefern, verursachen aber über kurz oder lang den Untergang des Kiefernwaldes. In dem Schatten der Fichten keimt die Kiefer nicht mehr, aber von den neuen Eindringlingen sieht man beinahe vollständige Serien verschiedener Altersklassen. Kurz, sobald die alten Kiefern aussterben, ist der Fichtenwald fertig, ihre Stelle völlig homogen einzunehmen, und dieser seinerseits braucht keinen Nebenbuhler mehr zu fürchten.

Noch rascher wird dieser mächtige Eindringling mit dem reinen Birkenwald fertig, und schneller, als es in Kemi-Lappmark der Fall zu sein scheint, tötet er durch seinen Schatten die alten Birken.

Leider kann man zur Zeit nicht bestimmen, welche Teile des skandinavischen Waldgebietes oberhalb des Verbreitungsgebietes der Eiche sich wie in Kemi-Lappmark und in dem nördlichen Österbotten verhalten. Indessen scheinen große Strecken des nördlichen Finnland nach den vorliegenden, in dieser Hinsicht jedoch etwas dürftigen Vegetationsschilderungen sich durch weite mit Renntierflechte überkleidete Kiefernhaiden

auszuzeichnen. Ein derartiges Gebiet ist nach den erläuternden Beschreibungen Norrlin's der finnländische Teil von Torneå-Lappmark [1]).

Am typischsten entwickelt ist jedoch hier diese Formation in der fichtenlosen Regio subsylvatica, wo nach der Angabe Norrlin's (l. c. p. 259) der Boden in meilenweiten Strecken nicht selten mit einem Teppich von Renntierflechten überzogen ist, gewöhnlich mit einem dünnen Kiefernwaldbestand mit einigen hier und da eingestreuten Birken. Aber auch in der Regio sylvatica scheint sie nach Norrlin's Schilderungen vorhanden zu sein. Auch dürfte sie der Schlusspunkt derjenigen mit *Cladina*, *Stereocaulon*, Ericaceen u. s. w. bewachsenen Birkenhaiden sein, welche aus derselben Region beschrieben werden.

Ein anderes ist Inari-Lappmark, dessen »Regio subsylvatica«, wo die Fichte jedoch einen obgleich spärlichen Bestandteil der Wälder bildet, sich nach Kihlman's Schilderungen durch Kiefernwälder mit *Cladina*-Teppichen auszeichnet (Kihlman, Anteckn. fl. Inari-Lappmark).

Obgleich es aus den in Betreff der Untervegetation leider spärlich aufklärenden Schilderungen der Wälder Norbottens, die Holmerz und Örtenblad l. c. geliefert, nicht ganz deutlich hervorgeht, sind z.B. mit großer Wahrscheinlichkeit die daselbst als Schlussformationen beschriebenen, auf trockenen Kies- und Sandablagerungen gemeinen Kiefernhaiden wirkliche Pineta cladinosa und Cladineta ericosa. Solche Kiefernhaiden kommen wohl über große Teile des übrigen Norrland und Finnland zerstreut vor, scheinen aber im Allgemeinen [2]) eben an »solche sehr trockene und scharfe Mosand-« und auch bisweilen gewisse Kies-Felder gebunden zu sein, die besonders die Renntierflechte, aber nicht die Waldmoose (Hylocomien) begünstigen und die, selbst wenn diese letzteren sich über kleinere Flecke ausbreiten können, diese Moosflecke etwa für die in ihnen aufsprossenden Fichtenpflanzen trocken und ungastlich machen.

In Jemtland, wo die Fichte ohne alle Frage in der Jetztzeit die bei weitem wichtigste Baumart ist, finden sich nach M. Elfstrand (Botaniska Utflygter i sydvestra Jemtland och angränsande del af södra Tronhjems amt sommaren 1889 jemte beskrifning på åtskilliga derunder påträffade *Hieracia* och *Carices*. Bihang till K. Svenska Vet.- Akad. Handlingar, Band 16, Afd. III. No. 7, 1890) in der Umgegend von Ottsjön in einer Strecke von einigen Meilen weite Pineta cladinosa.

---

1) G. P. Norrlin, Berättelse i anledning af en till Torneå Lappmark verkstäld naturalhistorisk resa samt Öfversigt af Torneå (Muonio) och angränsande delars af Kemi Lappmarkers, mossor och lafvar. Notiser ur Sällskapets Pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar, Trettonde häftet. Helsingfors 1861—1874.

2) Aus mehreren pflanzengeographischen und floristischen Angaben scheint hervorzugehen, dass sie in den am meisten continentalen Gebieten des mittleren und südlichen Finnland, besonders in den Nadelwäldern Russisch-Finnlands, sich auch eines ziemlich frischen Bodens bemächtigen können.

In dem nordwestlichsten Dalekarlien machen nach Kellgren (Agronomiskt-botaniska studier i norra Dalarne sommaren 1890. Reseberättelse till Kongl. Landtbruksakademien af A. G. Kellgren, Svenska Landtbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift 1891, Häft 2) Kiefernwälder mit Haidekraut und Renntierflechte die am meisten charakteristische Formation aus.

Thatsache ist indes, dass in den norrländischen Landschaften südlich von Lappland und Westerbotten, Herjedalen etwa ausgenommen, diese Kiefernhaiden nicht sonderlich häufig sind. In den Kiefernwäldern aber, die man hier trifft, verbreiten sich am häufigsten die Waldmoose (Hylocomien) und wie es oben nachgewiesen worden, ist der Übergang von einem Pinetum hylocomiosum zu einem Abiegnum hylocomiosum (gemeinem Fichtenwald) nur eine Zeitfrage.

In Norwegen finden sich in der Umgegend des Fämundsees große Strecken, wo die Kiefer der fast alleinherrschende Nadelbaum ist. (Vergl. Gløersen opus citatum und Gran ved Fämundsøen og i tilgränsende Trakter, Den n. Forstf. Aarbog 1885.) Nach freundlicher Mitteilung des Cand. phil. A. G. Kellgren sind die hier vorkommenden Kiefernwälder wirkliche Pineta cladinosa mit *Arctostaphylos officinalis* L. und *alpina* L.

Sehr spärlich kann man auch andere Kiefernwälder finden, gegen welche die Fichte ohnmächtig steht und die folglich alle Aussichten haben, einen gesicherten Bestand für die Zukunft genießen zu dürfen.

Obgleich sie im Großen und Ganzen eine ziemlich geringe Bedeutung haben, werden hier ein paar Beispiele angeführt, weil sie ein gewisses Licht über die außerordentlich wichtige Frage von dem gegenseitigen Verhältnisse der Kiefer und der Fichte werfen.

Auf sehr scharfem quarzreichem Flusssande kann man Gesellschaften wahrnehmen, die aus der zu *Grimmia* gehörenden Untergattung *Trichostomum* (Hedw.) Lindb. bestehen. In dieser Formation sprosst ein Kiefernwald auf. Bei Ragunda in Jemtland beobachtete ich auf einer ebenen Flusssandterrasse einen solchen, ungefähr 20jährigen Kiefernwald, wo die Moosdecke noch aus reichlicher *Grimmia ericoides* (L.) zusammengesetzt war. Trotz des reichlichen Nadelabfalles erhielten sich ihre Teppiche noch frisch und lebenskräftig, nur stellenweise von kleinen *Cladina*- und *Stereocaulon*-Flecken unterbrochen. Auch *Myricaria germanica* (L.), die einer der ersten Ansiedler der *Grimmia*-Formation war, hatte sich in den dünneren Nadelwaldpartien erhalten. Ich wäre geneigt anzunehmen, dass dieser Kiefernwald bald in einem weiter vorgeschrittenen Stadium in ein Pinetum cladinosum übergehen dürfte, aber Cand. phil. Erik Nyman hat mir freundschaftlich mitgeteilt, dass er bei Lilla Elvedal in Norwegen noch ältere Kiefernwälder dieser Art beobachtet hat, wo der *Grimmia*-Teppich noch keine Spur von einem eigentlichen Rückgang zeigte.

Indessen scheint es mir, als ob die Fichte immer von der Formation ausgeschlossen würde, wie sich ihre Zukunft auch gestalten mag.

In den Umgegenden von Tallåsen in den Wildnissen des nördlichen Helsingland habe ich scharfe Gletscherkiesfelder mit einer sehr eigentümlichen Vegetation gesehen. Der Boden war mit Steinblöcken von verschiedener Größe — bis zu 0,5 m im Diameter — bedeckt. Diese Blöcke waren mit einer Flechte *Parmelia centrifuga* (L.) Ach. überzogen. Unter ihnen ragten reichliche zerstreute Kiefern empor, alte verfaulende Stämme lagen hie und da, und junge Kiefern sprossten nicht selten auf den zwischen den Blöcken liegenden, mit Renntierflechte bedeckten Kiesstreifen auf. Hier kann die Fichte niemals, wofern sich nicht die jetzigen Klimaverhältnisse verändern, aufkommen, sondern die Formation hat alle Voraussetzungen, sich während einer Generation nach der anderen unverändert erhalten zu können.

Auch einige andere ähnliche Arten von Kiefernwäldern mit unbedeutender Verbreitung könnten erwähnt werden, aber sie stehen, ebenso wie die jetzt beschriebenen Formationen, der Vegetation der Felsen sehr nahe, auf die ich später zurückkommen werde.

Die Eichenregion Skandinaviens (Regio quercina) — d. h. diejenige Gegend, wo die Stieleiche *Quercus pedunculata* Ehrh. wild wächst — umfasst die südlichen Teile Finnlands, ferner die Insel Aland, worauf ihre Nordgrenze von der Umgegend von Gefle durch das nördliche Westmanland und das südliche Wermland bis in Norwegen hinein geht, wo der Verlauf der Grenzlinie ein sich mehr schlängelnder und ein mehr unterbrochener wird. Zu der Eichenregion kann man jedoch das ganze südöstlichste Norwegen bis 60° 54′ n. Br. rechnen, und da die Stieleiche im Südwesten und in der Nähe der Westküste, jedoch niemals in deren unmittelbarer Nachbarschaft, bis nach Romsdalen (62° 55′ n. Br.) hinauf geht, finden sich im Innern der Fjorde Partien von dieser Region zerstreut bis an diesen Punkt hinauf. Es ist hier die *Ilex*region, die an der Westküste von Kristiansund bis nach Stavanger, und die Buchenregion, die, teilweise mit der *Ilex*region zusammenfließend, von der Umgegend von Bergen bis an die Mündung des Kristianiafjords die Küstenpartien und die äußeren Teile der Fjordufer einnimmt. Hier wird die Buchenregion unterbrochen, bis sie aufs Neue im nördlichen Halland auftritt, sie nimmt jetzt das ganze südwestliche Skandinavien ein, von der Eichenregion durch eine Grenzlinie getrennt, die durch das südliche Westergötland und das mittlere Småland geht. Auf Öland und Gottland ist die Buche nicht wild vorhanden.

Noch seltener treten die flechtenbekleideten Kiefernhaiden in der Eichenregion auf. Wenn die Kiefern allein die ersten Bäume werden, die den aus den Ansiedlungen zuerst entstandenen Formationsserien eine verhängnisvolle Richtung geben, indem sie einen geschlossenen, die Untervegetation überschattenden Bestand bilden, so ist der Wald, wenigstens sobald

die Bäume ein Alter von einem halben Jahrhundert erreicht haben, am häufigsten viel früher als in den meisten Gegenden des nördlichen und mittleren Skandinavien, zu einem Pinetum hylocomiosum entwickelt. Die Entwicklung zu einem Fichtenwalde fängt jetzt bald an. Die Zahl der Fichten vermehrt sich innerhalb ziemlich beschränkter Gebiete merkbar ein Jahrzehent nach dem anderen. Die Formation, die jetzt entsteht, ist der für Svealand so bezeichnende Nadelmischwald. Wenn nun die Natur frei schalten und walten dürfte, so würde der Fichtenwald bereits, wenn die erste Vegetation von Kiefern vor Alterschwäche umgestürzt, ganz fertig sein, die Erbschaft zu übernehmen.

In die aus Kiefern und Birken zusammengesetzten Mischwälder kommt die Fichte oft früh hinein; und bevor noch die Birke im Kampfe mit den gleichalterigen Kiefern völlig erlegen ist, stehen meistenteils neue Fichten in reichlicher Menge gerüstet, zwischen die alten Kiefern einzurücken, deren fernere Verjüngung am Platze jetzt so gut wie unmöglich ist.

Außer der Kiefer und der Birke wurden auch die Espe, die Grauerle und die *Salices* als die ersten Baumarten erwähnt, die in den auf trockenem und frischem Boden entstandenen Formationen aufwuchsen. Ihr Verhältnis zur Fichte habe ich noch nicht auseinanderzusetzen versucht.

Die physiognomische Bedeutung der Espe ist in der Litteratur noch äußerst wenig berührt. Blomquist weist (l. c. II, p. 102—104) nach, wie die Espenbestände, die oft auf finnländischen Brandfeldern aufwachsen, bald in einen Fichtenwald übergehen. Selbst habe ich nur in der Provinz Nerike und mehr flüchtig in anderen Gegenden Svealands, z. B. in Upland, diese Frage studiert. Aus diesen Beobachtungen scheint hervorzugehen, dass die Espe in der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenformationen eine Rolle spielt, die in allen wesentlichen Teilen mit derjenigen der Birke übereinstimmt. Nur auf kleinen Flecken bildet sie im mittleren Schweden [1]) reine Bestände oder Espenhaine (»Aspdungar«), in vielfacher Hinsicht den Birkenhainen (»Björkbackar«) ähnelnd, welche ich später ein wenig besprechen werde. Beide gehen wahrscheinlich in den meisten Fällen aus einer und derselben Ursache ihrer Verwandlung in einen Fichtenwald früher oder später entgegen, wenn auch diese Veränderung langsamer als in den gewöhnlichen Birkenwäldern vor sich geht. Die Espen, welche oft, bisweilen in einer ziemlich großen Anzahl — bis zu 50 % — als ein Bestandteil dieser letzteren vorhanden zu sein pflegen, können ebensowenig als die Birken den andringenden Nadelbäumen widerstehen. Man dürfte nicht große Gefahr laufen, sich zu irren, wenn man in Analogie mit dem, was man von der Birke weiß, behauptet, dass dieser mit dem fraglichen Baume beinahe übereinstimmende Entwicklungsgang in seinen Grundzügen für alle Teile

1) In anderen Gegenden, z. B. in Russisch-Finnland, dürfte die Espe beträchtlich mehr dominieren.

Skandinaviens gilt, wo die Espe und die Fichte zusammentreffen. Durch ihre stärkere Bildung von Wurzelsprossen kann jedoch vielleicht die Espe oft im Kampfe ums Dasein widerstandsfähiger auftreten als die auch in anderen Hinsichten schwächer ausgerüstete Birke.

Die Fluss- und Seeufer sind bekanntlich die eigentliche Heimat der *Salix*-Formationen. Gewisse Weidengebüsche (Saliceta pura Hult), die an schlammigen Ufern oder auf gewissen Arten von feuchten Wiesen entstehen, welche den Formationsserien des feuchten Bodens näher stehen, scheinen, wenigstens nach den Schilderungen Hult's aus Kemi-Lappmark und dem nördlichen Österbotten, sich als Schlussformationen erhalten zu können. Diejenigen Weidengebüsche, die aus den auf Kies- und Sandbänken an fließendem Wasser befindlichen Ansiedlungen direct entstehen, können es jedoch, wie es scheint, nicht vermeiden, in die Entwicklungskette der Wälder einzurücken. In dieser Hinsicht sind die Beschreibungen Skårman's (l. c.) von den Ufern der Klar-Elf besonders aufklärend. Die dort entstehenden *Salix*-Formationen endigen seiner Angabe nach in den allermeisten Fällen in Grauerlenwälder. Diese ihrerseits können, wie er mir gütigst mündlich mitgeteilt hat, gegen den andringenden Fichtenwald nicht Stand halten.

Die Grauerlenwälder sind in großen Teilen Finnlands, in Norrland und auch weiter nach Süden, z. B. in Wermland und Nerike, ziemlich häufig. Sei es nun, dass sie aus Weidengebüschen, auf abgeschwendetem Lande, auf Weiden u. s. w. entstanden sind, habe ich fast immer da, wo ich Gelegenheit hatte sie zu untersuchen, selbst wenn sie nur 20—30 Jahre alt waren, junge Fichten, dünngesäet oder zerstreut, ihre Stämmchen emporschießen sehen. Die natürliche Nachfolgerin der Grauerle scheint also die Fichte zu sein. — Blomquist sagt auch (l. c. II pag. 104), dass in Finnland, wenn ein abgeschwendetes Land, das mit Grauerlen in reinen Beständen oder in Mischung mit Birken bewachsen ist, sich selbst überlassen wird, sich in einen Fichtenwald verwandelt.

Die Stellung der Grauerle in den Hainen wird im folgenden erwähnt werden.

In der Buchenregion Skandinaviens fehlt die Fichte auf großen Gebieten — in der Ilexregion, wo sie nur an einigen wenigen Punkten (cfr. Gløersen) beobachtet worden, ist ihre Bedeutung eine so verschwindende, dass man sie hier ganz und gar außer Rechnung lassen kann. In den Wäldern Dänemarks findet sich die Fichte nicht, und sie hat sicherlich niemals während der postglacialen Zeit hier existiert; auf großen Gebieten des südlichen Schonen fehlen bekanntlich die Kiefer und die Fichte. Dagegen treten sie bereits im nördlichen Schonen reichlich auf, und die Nadelwälder nehmen sowohl hier als in Halland, Blekinge und in den zu der Buchenregion gehörenden Teilen Westergötlands und Smålands einen beträchtlich größeren Flächenraum als die Buchenwälder ein. Wie in der Eichenregion

werden die Kiefern- und Birkenbestände in den meisten Fällen auch hier verhältnismäßig ephemer. Ihr wichtigster, aber hier nicht einziger Feind ist auch die Fichte, die schnell mit großem Erfolg wie immer in diese Bestände einbricht. Nachdem aber die Fichte geschlossene Wälder gebildet hat, scheint ein von dem ganzen übrigen Skandinavien grundwesentlich verschiedener Entwicklungsgang einzutreten. Die Fichte findet jetzt zum erstenmal eine derselben völlig gewachsene Nebenbuhlerin. Diese Nebenbuhlerin ist die Buche (*Fagus silvatica* L.). Leider ist ihr Verhältnis zur Fichte noch sehr wenig studiert. Höchst merkwürdig ist indessen, dass Hult in den Fichtenwäldern Blekinges am häufigsten kräftige und frische Buchensprösslinge hat aufschießen sehen und in gewissen Buchenwäldern alte fast verdorrte Fichtenstämme angetroffen hat. Da nun dieser erfahrene und gewissenhafte Forscher auf dem Gebiete der biologischen Pflanzengeographie seinesteils diese Erscheinung als einen sehr deutlichen Beweis dafür deutet, dass die Buchen einst in der Zukunft den Fichtenbestand, in dessen Schatten sie ihren ersten Schutz gefunden, verdrängen werden, so dürfte man ein gewisses Recht haben, für das ganze Gebiet unseres Landes, wo die Buche und die Fichte mit einander in Conflict kommen können, welches Gebiet übrigens in Betreff seiner Naturverhältnisse, ja im Großen und Ganzen keine größeren Unterschiede von denjenigen Blekinges zeigt, den Buchenwald als den natürlichen Nachfolger des Fichtenwaldes zu betrachten. Aus dem nordöstlichen Schonen hat Cand. Gustaf Malme mir außerdem gütigst einige Beobachtungen über das Aufwachsen der Buche unter den Fichten mitgeteilt, welche in dieser Hinsicht mit den Hult'schen in gutem Einklange zu stehen scheinen.

Es ist zu erwähnen, dass die Buche auch die Fähigkeit besitzt, in die Birken- und in die, in normalen Fällen sonst keinen Nebenbuhler fürchtenden Eichenbestände direct einzudringen, und zwar sowohl in Blekinge (und wahrscheinlich in der ganzen Buchenregion Schwedens) als auch in Dänemark, wo man seit langem diese Erscheinung durch die Aufsehen erregenden Untersuchungen Vaupell's kennt (Chr. Vaupell, De danske Skove, Kjøbenhavn 1863). Jedoch kann sie sich nicht auf sumpfigem und torfartigem Boden ausbreiten, wo, wie ich im folgenden nachweisen werde, Kiefern- und Birkenmoore Schlussformationen werden.

Die Ausbildung der Vegetation auf Felsen ist eine sehr complicierte und die hier befindlichen, vielfach abwechselnden, zahlreichen Pflanzenformationen sind zum allergrößten Teile nicht einmal in Betreff ihrer Zusammensetzung, noch weniger in Betreff ihrer vielleicht recht schwer zu deutenden Entwicklungsgeschichte in irgend einem Teile des skandinavischen Florengebietes, Kemi-Lappmark etwa ausgenommen, hinlänglich bekannt[1]).

---

1) R. Hult, Mossfl. i tr. mellan Aavasaksa och Pallastunturit.

Auf demjenigen Felsenterrain, wo die Bodenplastik die Ausbildung eines mehr oder weniger zusammenhängenden Baumbestandes gestattet, scheinen jedoch die Hauptzüge der Entwicklungsfolge sich einfacher zu stellen. In Nerike, wo ich die beste Gelegenheit hatte diese Frage zu studieren, welche ohne Zweifel, nach Andeutungen in der Litteratur und nach meinen eigenen Beobachtungen an mehreren Stellen zu urteilen, sich für alle Nadelwaldgegenden des nördlichen Europa (diejenigen, wo ein Meerklima herrscht, wahrscheinlich ausgenommen) ziemlich gleichartig verhält, ist der Verlauf der schließlichen Einwanderung des Waldes auf Kieselbergarten in der Kürze der folgende.

Auf einem ziemlich ebenen, mehr oder weniger abschüssigen größeren Granit- oder Gneißfelsen, über den das Wasser in keinem namhaften Grade oder während längerer Zeit aus einer höher liegenden Partie sickern kann, unter welchen Verhältnissen die Entwicklung der Vegetation auf ganz andere Bahnen geleitet werden kann, werden die ersten Formationen aus Krustenflechten (*Lecidea*, *Rhizocarpa* etc.), sowie auch aus einigen Blattflechten (*Parmelia*, *Gyrophora* etc.) gebildet. Im Laufe der Jahre nisten sich hie und da in die Unebenheiten des Felsens sehr kleine Flecken ein, die aus irgend einem Moose, z. B. *Grimmia apocarpa* (L.) Hedw. oder *Hedwigia albicans* (Wb.) bestehen. Von den kleinen Erdpartien aus, die in diesen Unebenheiten durch die Verwitterung der Bergart, die Vermoderung der Flechten und der Moose gebildet werden, verbreitet sich allmählich ein kleiner schwellender Moosrasen, der sich jährlich erweitert und über den flechtenbekleideten Felsen ausbreitet. In ihrer Hauptmasse bestehen diese Rasen aus großen *Grimmia*-Arten, die zu der früher erwähnten Untergattung *Trichostomum* (Hedw.) Lindb. gehören. Nachdem sie eine zeitlang herangewachsen sind und größere Dimensionen — ein Diameter von 40—50 cm gehört nicht zu den Seltenheiten — erreicht haben, fängt regelmäßig ein neues Stadium in ihrer Entwicklung an. Die Renntierflechte[1]), die schon in den jüngeren Rasen spärlich in das Moos eingesprengt vorzukommen pflegt, hat sich allmählich immer dichter zusammengeschlossen. Bald hat sie das Centrum der kleinen Gesellschaft occupiert, breitet sich wie eine Krebswunde nach den Seiten aus und später ist von lebendigen Grimmien nur eine Randzone, die sich centrifugal erweitert, während die Flechte noch immer nachfolgt. Untersucht man diese Rasen näher, findet man nicht selten eine Kiefernpflanze, die aus dem grauen Flechtwerk der Lichenen hervorkommt. In der Humusdecke, welche sich allmählich unter den Moosrasen gebildet hat, breiten die jungen Kiefern ihre Wurzeln aus; die Rasen haben so sehr an Anzahl und Größe zugenommen, dass ein ziemlich zusammenhängender Moosteppich den Felsen bedeckt, und unter diesem fangen jetzt die Kiefernwurzeln an sich zu kreuzen.

---

1) Bisweilen wird sie durch *Stereocaulon* ersetzt. Vergl. die Kiefernhaiden in Kemi-Lappmark und dem nördlichen Österbotten.

Die ferneren Veränderungen, welche jetzt in dem natürlich sehr langsam vegetierenden Kiefernbestande stattfinden, scheinen eine fernere Decimierung der überlebenden Grimmien, das Auftreten einiger Waldbeeren, vor allem *Vaccinium Vitis idaea* L., und zerstreuter Hylocomien herbeizuführen.

Indessen ist es nur äußerst selten, dass eine Formation, wie die jetzt beschriebene, ihre Vollendung erreicht. Die soeben geschilderte Entwicklung ist während ihres Schneckenganges durch mehrere Factoren einer Unterbrechung ausgesetzt. Ein starker Platzregen, eine heftige Schneeschmelzung spült vielleicht eine Menge der auf dem Felsen ziemlich lose liegenden Rasen weg, deren Erneuerung dann vielleicht viele Jahrzehnte verlangt. Ist es den Moosrasen endlich gelungen, sich zusammenzuschließen, und haben einige knotige Kiefern angefangen, den Boden zu überschatten, so fallen diese vielleicht als Opfer einer unverständigen Waldwirtschaft, oder es kommt ein Waldbrand, der in einigen Augenblicken ein Werk zerstört, zu dessen Schöpfung die Natur Jahrhunderte erfordert.

Indessen, was hierbei das wichtigte ist, wenn Kiefernwälder dieser Art zu Stande kommen, scheinen sie, falls sie ungestört bleiben dürfen, nach allem zu urteilen, sich wie die Kiefernhaiden zu verhalten, d. h. die Fichte ist für die Zukunft ausgeschlossen und die Formation verjüngt sich als solche.

Es dürfte nun ein kurzer Überblick über die auf trockenem Boden und Felsen vorkommenden Kiefernwälder, welche ich für fähig halte im Kampfe gegen die Fichte ihre Integrität beizubehalten, am Platze sein.

In allen spielen die Cladinen (event. die Stereocaulen) eine große Rolle. In den ohne allen Vergleich wichtigsten Arten von diesen Kiefernwäldern: Pineta cladinosa und Cladineta ericosa wird die Bodenschicht fast ausschließlich aus Renntierflechte gebildet. Dieselbe Flechte war es, die die Kiesstreifen zwischen den *Parmelia*bekleideten Steinblöcken in den Kieferwäldern bei Tallåsen einnahm, dieselbe Flechte ist es auch, die sich im Laufe der Zeit in dem *Grimmia*-Teppich der Kiefernwälder, welche auf Felsenplatten oder scharfem Flusssand aufgewachsen sind, immer mehr ausbreitet.

In einer feuchten Moosdecke keimt die Fichte im Allgemeinen mit Leichtigkeit, nicht aber in einem trockenen Flechtenteppich, in welchem dagegen die Samen der Kiefer ein passendes Keimbett finden. Die Ursache davon, dass die fraglichen Kiefernbestände diese Flechtenbodenschicht bekommen haben, welche also einen sicheren Schutz gegen ihren gefährlichsten Feind, den andringenden Fichtenwald bietet, wird daher der Kernpunkt in der Frage über ihre entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse.

Trockene Sandhügel und Felsenplatten sind den meisten Moosen wenig zusagende Standorte. In den Formationen, welche hier entwickelt werden,

finden sie daher immer einen gefährlichen Feind in gewissen Flechtenformen, in deren Lebensfunctionen eine langwierige Trockenheit nur eine momentane Unterbrechung verursacht. Die Kiefernbestände, welche allmählich in diesem Flechtenteppich aufwachsen, verändern nur wenig die Feuchtigkeit der Bodenschicht und folglich sind die Hylocomien, durch deren Vermittelung die Fichte einwandern könnte, ausgeschlossen, da sie so ungünstige Verhältnisse finden, dass sie in der Concurrenz mit den Flechten unterliegen müssen.

Die Frequenz der beständigen Kiefernwälder in einer gewissen Gegend ist also zunächst davon abhängig, wie gewöhnlich dergleichen sehr trockene Standorte sind. Allein daraus folgt nicht, dass man die Frage von dem gegenseitigen Verhältnis der Kiefer und der Fichte ohne weiteres zu einer rein geologisch-topographischen von der Beschaffenheit der zu Tage liegenden Felsenplatten und der lockeren Erdarten machen darf.

Der Ausgang des Kampfes zwischen Moosen und Flechten ist ja zunächst davon abhängig, wie reichlich und ununterbrochen die Feuchtigkeit ist, welche der Bodenschicht zu gute kommt. Die Niederschläge und überhaupt die klimatischen Verhältnisse können deshalb in einer Gegend einen Standort für die Verbreitung der Hylocomien in den eventuell aufwachsenden Waldformationen günstig machen, während sie in einer anderen Gegend an einem völlig gleichartigen Standorte das Waldmoos nicht dagegen schützen können, von der Renntierflechte verdrängt zu werden.

Ich glaube auch gefunden zu haben, dass in den Gegenden Skandinaviens, wo die Pineta cladinosa am häufigsten sind, sich das Klima durch einen excessiven Wechsel und geringe Niederschläge auszeichnet und im Allgemeinen eine verhältnismäßig continentale Natur zu besitzen scheint. Dies kann ich jedoch nur andeutungsweise aufwerfen, da noch keine annäherungsweise befriedigende Umgrenzung dieser Gegenden, die sowohl aus pflanzengeographischem als allgemein biologischem Gesichtspunkte besonders wünschenswert wäre, zu Wege gebracht werden kann.

Die Cladinen besitzen auch eine große Bedeutung oberhalb der Baumgrenze und in arktischen Gegenden. Ragnar Hult hat in »Die alpinen Pflanzenformationen des nördlichsten Finnlands« (Medd. af Societas pro Fauna et Flora Fennica 14, 1887) die Verbreitung der *Cladina*-Haiden in den nördlichsten waldlosen Teilen Skandinaviens, unseren Hochgebirgen und den eigentlichen arktischen Gegenden zu erforschen versucht und hebt ihre Verbreitung gerade in den Gebieten besonders hervor, wo verhältnismäßig excessive Temperaturverhältnisse den glacialen Phanerogamen überhaupt, besonders den Zwergsträuchern und darunter vor Allem den Ericaceen schaden, die sonst in den Schlussformationen, worin die Entwicklung der Vegetation stocken muss, maßgebend geworden wären, die nun aber mit geschwächter Lebenskraft den abgehärteten Flechten unterliegen.

Ich gehe nun zur Stellung der Fichte in denjenigen Formationsserien über, die auf nassem Boden und in Wasser ausgebildet werden. Die Behandlung des eventuellen Einrückens dieser beiden Arten von Substrat in die Entwickelungskette der Waldformationen wird gleichzeitig vorgenommen. Was die Wasservegetation betrifft, ist nämlich zu diesem Zwecke nur die Kenntnis derjenigen Vegetation erforderlich, die erst wirklich zusammenhängend die Oberfläche einer überwachsenen Wasseransammlung bedeckt; und ihre in Vermoderung oder Torfbildung begriffenen, absterbenden, unteren Teile bilden gerade die heutigen nassen Erdarten. (Entblößte, nasse Erde kommt so selten und in so geringem Umfange vor, dass man sie hier außer Rechnung lassen kann. Die Ansiedelungen, welche hier entstehen, werden bald durch irgend eine zur Serie der Moore gehörende Formation beendigt).

Wie die Verwachsung der Seebecken vor sich geht, pflegt in der geologischen und botanischen Litteratur so oft beschrieben zu werden, dass ich mich hier damit begnüge, nur in größter Kürze diejenige Vegetation zu skizzieren, die sich auf der Oberfläche des ehemaligen Sees zuerst schließt und die über Schlamm- und Moorbildungen oder infraaquatisch gebildetem Torf ausgespannt ist. Diejenigen Formationen, welche dieses Gefilz constituieren, lassen sich am natürlichsten in zwei Serien zerteilen: solche, wo die Bodenschicht aus der Gattung *Sphagnum* Dill., Ehrh. (Torfmoosen) besteht und solche, wo diese Schicht hauptsächlich aus Arten der Laubmoosgattung *Amblystegium* Br. eur., De N. gebildet wird. Für die erstere Serie dürfte in Übereinstimmung mit dem Vorschlag Hult's die Benennung Moore (Mossar), für die letztere der Name Sümpfe (Kärr) zu fixieren sein. Zu der letzteren Serie können einige in den Versumpfungen mehrerer Gegenden häufige moosarme Formationen von gewissen *Carices* (den Chordorrhizeta- und Grandicariceta-Formen nach Hult's Terminologie) hingeführt werden.

Aber Moore und Sümpfe sind in zweifellos unerhörter Zahl vorhanden, deren Vegetation hauptsächlich in derselben Weise wie die feuchten Formationsserien zusammengesetzt ist, deren erstes Entstehen aus Wasseransammlungen so zu sagen vor unseren Augen stattgefunden, die aber nicht aus derjenigen Vegetation, durch welche ein Seebecken zugefüllt worden, entstanden sein können. In einer Menge von Versumpfungen trifft man nämlich einen oder einige Meter tief in der Torfmasse eine Schicht zahlreicher, häufig sehr dicker Baumstrünke. Ein Wald wuchs also einst auf dem Platze, starb aber aus, und über den Resten desselben haben sich hydrophile Pflanzen verbreitet. Offenes Wasser kann zwar, wie die Überreste von Seegewächsen zeigen, welche zuweilen über den Strünken liegen, die Waldvegetation ertränkt haben, aber dies ist ein seltenerer Fall. Die untersten Schichten bestehen gewöhnlich aus Sumpf- und Moorpflanzen und zwar bis hinauf zu der in der soeben angedeuteten Weise

zusammengesetzten Flächenvegetation. Wir werden die Ursache des Unterganges dieser uralten Wälder und ihr Überwachsen mit Sümpfen und Mooren näher untersuchen.

Es ist nach den während der letzten Decennien auf dem Gebiet der Pflanzengeographie und der quartären Geologie gemachten Untersuchungen eine unbestrittene Thatsache, dass das Klima des nördlichen Europa nach der Eiszeit großen Veränderungen unterworfen gewesen ist. Wie ohne Zweifel bekannt ist, hat Professor Axel Blytt in Kristiania diejenigen Schichten von Strünken und Torf, welche, wie er gefunden hat, in einer Menge von Torfmooren Norwegens alternieren, als Denkmäler eben dieser verschiedenen klimatischen Perioden gedeutet, über die er wegen der Anzahl dieser Schichten ein indessen sehr bestrittenes Schema aufgestellt. Die respectiven Perioden, die nach seiner Ansicht gleiche Länge hatten und von astronomischen Ursachen abhängig waren, und zu denen er in den Elementen, welche die norwegische Flora zusammensetzen, Gegenstücke gefunden zu haben glaubt, hätte sich durch abwechselnd insularisches und continentales Klima ausgezeichnet. Die continentalen Zeitabschnitte sollten dem Zuwachs des Torfes in den Versumpfungen ein Ende machen, denselben austrocknen und seine Oberfläche nach und nach mit Wald überkleiden. Während eines insularischen Klimas sollte ein umgekehrtes Verhältnis eintreten; der Wald versumpft durch die reichlichen Niederschläge, die Bäume sterben aus und stürzen um, und über den übriggebliebenen Strünken sollten *Sphagna* (oder *Amblystegia*) aufwachsen, deren Untergang dann eine Folge der nächsten trockenen Periode werden sollte. Das Vorhandensein von Strunkschichten im Torfe scheint ein Phänomen zu sein, das sich äußerst allgemein über ganz Skandinavien wiederholt. Wenn man nicht dadurch, dass man einige Veränderungen in den Dränierungsverhältnissen der respectiven Torfmoorbecken nachweist, die Erklärung hiervon in jedem besonderen Falle bekommen kann, wird es sehr schwer halten, die Annahme des genialen Erklärungsversuches Blytt's zu vermeiden.

Jetzt dürfte man es zufolge der Untersuchungen Blytt's, Hult's und mehrerer für sehr wahrscheinlich halten können, dass in Nordeuropa die klimatische Periode, welche der heutigen voranging, sich durch reichliche Niederschläge und eine im Allgemeinen insularische Beschaffenheit auszeichnete. Es ist diese Periode, die diejenigen Wälder ertränkte, welche jetzt von der obersten Torfschicht der Versumpfungen vertreten werden, und von dem Eintreten dieser Periode an müssen wir also das Entstehen der oben erwähnten Sümpfe und Moore rechnen. Dass diese Zeit der subatlantischen Periode Blytt's, wie auch die oberste Strunkschicht seiner subborealen entspricht, will ich später nachzuweisen versuchen.

Durch denselben Forscher und mehrere andere wissen wir, dass unser heutiges Klima ein verhältnismäßig trockenes und continentales ist. Unsere

»feuchten« Pflanzenformationen sind auch — und dies scheint mir einer der stärksten Beweise für diese Anschauungsweise zu sein — überall, wo sie Gegenstand näherer Beobachtungen geworden, in einem allmählichen Übergange zu immer mehr xerophilen Stadien begriffen. Gräbt man ein Stück in die obersten Schichten eines heutigen Torfmoores hinunter, wo die Torfbildung aufgehört, so findet man immer Überreste von Pflanzenformen mit einer mehr hydrophilen Natur als diejenigen, welche die Hauptmasse der heutigen Vegetation bilden[1]).

Wenn diese Entwickelung unter denselben klimatischen Verhältnissen wie die heutigen ungestört fortgehen darf, muss sie in vielen Fällen die Baumvegetation in den immer mehr ausgetrockneten Moosteppich einführen. Natürlich können gewisse tiefe und feuchte Versumpfungen nicht in berechenbarer Zeit dieses Stadium erreichen, aber viele andere ziemlich nasse Plätze scheinen, nach den äußerst approximativen Berechnungen, die hierbei möglich sind, nach dem Verlaufe von beispielsweise ein paar Jahrhunderten geeignet zu sein, einen Wald auf ihrer Oberfläche zu tragen.

Wir wollen nun in einigen flüchtigen Zügen den Verlauf dieser Entwickelung zu schildern versuchen und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, wie die respectiven Baumarten geeignet sind, in den Gang der Entwickelung einzurücken.

Die Anfangsformation der Moore in verwachsenen Seebecken und diejenige Formation, welche die feuchtesten der durch klimatische Ursachen entstandenen Moore bildet, ist ein hauptsächlich aus stark hydrophilen, nicht rasenbildenden Sphagnaceen mit Riedgräsern zusammengesetzter, loser Schwankmorast. Durch das Auftreten der Wollgrasrasen (*Eriophorum vaginatum* L.) kann sich dieses Riedgrasmoor (starrmosse, Sphagnetum cariciferum Hult) in ein Wollgrasmoor (tufmosse, Sph. schoenolagurosum Hult) und daraus oder wohl auch direct in ein durch rasenbildende Sphagna (*Sphagnum nemoreum* Scop. und *Sphagna palustria*), Ericaceen, Sumpfbrombeeren (*Rubus Chamaemorus* L.) u. s. w. ausgezeichnetes Reismoor (Rismosse), (Torfmoor und Sph. myrtillosum nach Hult's Terminologie[2]) umbilden. Bisher ist die Entwickelung in den meisten Teilen Skandinaviens ziemlich gleichartig gewesen. In dem nächsten Entwickelungsstadium aber kommt nun die Reihe an das Einrücken der Bäume und damit entstehen wesentliche Verschiedenheiten in verschiedenen

---

1) Vergl. z. B. die von Henning bei R. Hult: Die alp. Pflanzenform. des nördl. Finl. p. 206 gelieferte Beschreibung über die Beschaffenheit des Bodens und der Vegetation auf einigen Gebirgsplateaus Jemtlands; vergl. auch die Beschreibung des Verfassers von dem Bau des Fåglamossen (R. Sernander, Über das Vorkommen subfossiler Strünke auf dem Boden schwedischer Seen, Bot. Centralbl. Bd. XLV.).

2) Da dieses Wort (Torfmoor) so äußerst allgemein — und so ist es auch in dem vorliegenden Aufsatze geschehen — als ein gemeinschaftlicher, obgleich nicht besonders angemessener Name für alle mit Torf oder Schlamm gefüllten Depressionen

Gebieten. Die in Kemi-Lappmark und dem nördlichen Österbotten befindlichen mit Bäumen bewachsenen Torfmoore tragen niedrige Bestände aus flechtenbekleideten Fichten (Abiegna sphagnosa Hult) und damit scheint die Entwickelung in diesen Gegenden aufgehört zu haben. Kiefern und Birken finden sich zwar in die Formation eingesprengt, bekommen aber in ihrer Entwickelung keine Bedeutung. In wie großem Teile des skandinavischen Florengebietes die Granmyrar[1]) den Schlusspunkt in der Entwickelungskette der Versumpfungen bilden, kennt man noch nicht einmal annäherungsweise. Indessen scheinen sie südlich von dem 65. Breitengrade zu fehlen oder wenigstens äußerst spärlich vorzukommen und in den Gegenden nördlich davon nur an gewisse Gebiete gebunden zu sein.

Der normale Entwicklungsgang in den übrigen Teilen des skandinavischen Nadelwaldgebietes wird dagegen nach allem, was ich habe finden können, durch »Tallmyrar« beendigt. Als ein wissenschaftlicher Name wird für diese wichtige Formation Pinetum sphagnosum vorgeschlagen. Eine Schlussformation im strengsten Sinne des Wortes ist diese Pflanzengesellschaft nicht. Ihre Entwicklung strebt nämlich nach Pineta hylocomiosa (in gewissen Gegenden vielleicht nach Pineta cladinosa). Aber die Vegetation der Reismoore verändert sich nur im Schneckengange unter dem schwachen Schatten der niedrigen, verkrüppelten Zwergkiefern. An trockenen Stellen, besonders an dem oberen Teile des Rasens, breiten sich Hylocomien, Preißel- und Heidelbeeren aus, aber äußerst langsam; und mit diesen Veränderungen in der Untervegetation der Reismoore erhält sich der »Tallmyr«, in dem der Baumbestand sich gleichmäßig, wenn auch langsam, verjüngt, als eine der beständigsten Formationen Skandinaviens. Nur selten sieht man Pineta sphagnosa, die es weiter in dieser Entwicklung gegen den *Hylocomium*teppich und die aus *Vaccinium* und Myrtillen der Kiefernwälder bestehenden Feldschichten gebracht. Ist auch dieses Stadium in der Jetztzeit erreicht worden, so deutet doch die Vegetation immer durch eingestreute *Sphagnum*flecken, *Ledum*, *Andromeda* u. s. w. auf ihre Herkunft[2]).

Während dieser ganzen Entwicklung hat die Fichte eine sehr untergeordnete Rolle gespielt. Einzelne Exemplare haben nebst den Kiefern in den Hügelchen der Reismoore gekeimt; niedrig und winzig sind diese in

---

gebraucht wird, dürfte HULT's Benennung »Torfmoor« für eine besondere Formation nicht ganz passend sein. Statt dessen benutze ich hier den Namen Reismoor. Kleinere Sträucher oder sogen. Reiser (Ris) (*Myrtillus, Vaccinium, Ledum, Calluna* etc.) geben nämlich den Feldschichten der Formation ihren Charakter.

1) »Myr« gebrauche ich hier als eine gemeinschaftliche Benennung für diejenigen Waldformationen, die aus Mooren entwickelt werden, wo aber häufige oder reichliche lebendige *Sphagna* noch immer die Bodendecke bilden.

2) Vergl. R. SERNANDER, Über das Vorkommen subfossiler Strünke auf dem Boden schwedischer Seen. Bot. Centralbl. Bd. XLV.

dem Baumbestande der »Tallmyrar« hervorgesprosst, aber verhältnismäßig bald gehen sie gipfeltrocken und flechtenüberzogen ihrem Untergange entgegen. Sie werden zwar durch neue Jungfichten, aber immer spärlich ersetzt und von diesen neuen Generationen haben die Kiefern nichts zu fürchten.

Leider habe ich nur die Gelegenheit gehabt, eine geringe Anzahl der aus Pineta sphagnosa entstandenen Kieferwälder zu untersuchen. Allein in keinem von ihnen hat die Fichte irgend eine Bedeutung gehabt. Es scheint, als ob der Torfgrund in den meisten Gegenden für diesen sonst so siegreichen Eindringling zu wenig einladend sei. Da sich die Kiefer in der fraglichen Pflanzengesellschaft hinlänglich verjüngt, um den Baumbestand aufrecht zu erhalten, scheinen die in der oben beschriebenen Weise entstandenen Pineta hylocomiosa als Schlussformationen betrachtet werden zu können.

»Björkmyrar« beschreibt Hult aus Blekinge. Auch diese sind aus Reismooren entstanden und haben große Ähnlichkeit mit Schlussformationen. Ob sie solche wirklich sind, dürfte schwer zu entscheiden sein. Ihre Ausbreitung und Entwicklungsgeschichte sind noch so gut wie unerforscht. Im mittleren Schweden habe ich sie fast immer nur als größere oder kleinere Flecken in »Tallmyrar« gesehen, auf denen die Birken, unter welchen immer einige Bäume in diese Formation eingehen, durch Umstände, die ich nicht kenne, sich zu einem Bestande zusammengeschlossen. Ein bedeutungsvolles Moment in ihrer Geschichte ist wohl die mit verfaulenden Lauben vermischte Laubmoosdecke, die unter dem Schutze der reichlichen — häufigen Reiser wächst. Die Invasion der Fichte auf seichten Versumpfungen dürfte nicht unwahrscheinlich sein. Auf tieferen habe ich Übergänge zu Pineta sphagnosa gesehen.

Die Sümpfe (Kärren) bilden einen Complex von verwickelten, sehr interessanten Formationen, von deren genetischem Zusammenhang man noch wenig Kenntnis hat. In welchen Entwicklungsstadien sie sich auch befinden, scheint jedoch nach Norrlin's[1]) Beobachtungen in Onega-Karelen und dem südöstlichen Tavastland, den Hult'schen in Kemi-Lappmark und dem nördlichen Österbotten und meinen eigenen in dem südlichen Nerike, eine fremde Formationsserie einbrechen und der Entwicklung eine ganz neue Richtung geben zu können. Diese neue Formationsserie ist diejenige der Moore.

In dem *Amblystegium*teppich der »Kärr« oder in der bloßen Moorerde unter den *Carex*stengeln sieht man nämlich nicht selten, wie kleine Flecke loser, für Sphagneta caricifera bezeichnender Torfmoose anfangen sich

---

1) J. P. Norrlin, Flora Kareliae onegensis I, Notiser ur Sällskapets Pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar Trettonde Häftet. Helsingfors 1871—1874.
—— Bidrag till Sydöstra Tavastlands Flora. Ibidem Elfte Häftet. Helsingfors 1871.

auszubreiten. Aber nicht nur dies, *Sphagnum nemoreum* und *Sphagna palustria* kann man auch in kleinen Flecken sehen, die meistenteils von den Riedgrasmooransiedlungen ausgehen. In diesen kleinen angehenden Reismoorhügelchen haben die »Kärr« einen gefährlichen Feind bekommen. Sie nehmen nämlich allmählich nicht nur an Größe, sondern auch an Zahl zu, und sowohl Hult als Norrlin schildern aus den von ihnen untersuchten Gebieten als sehr häufig Reismoore, unter deren Rasen die Sumpfflora noch in schmalen Rändern und Streifen vorhanden ist. Hiermit sind auch die Moore ein Zukunftsziel und Hult beschreibt auch aus Kemi-Lappmark Fichtenmoore und Norrlin aus Onega-Karelen Kiefernmoore, die in dieser Weise entstanden sind. An den Rändern nerkischer »Kärr« habe ich Felder von Pineta sphagnosa rasen mit Überresten eines im Übergange in ein Riedgrasmoor stehenden *Amblystegium*-»Kärr« unter sich gesehen.

Dass ein solcher Übergang wie der jetzt beschriebene wirklich vor sich gehen kann, hängt wohl mehr oder weniger von dem verhältnismäßig trockenen Klima der Jetztzeit ab. Gerade durch diese Austrocknung wird auch die Entwicklung der »Kärr« zu anderen Formationen geleitet, mit denen sie so zu sagen in einem mehr organischen Zusammenhange stehen. In Kemi-Lappmark sprossen zuweilen Birken in den *Amblystegium*teppichen der weniger schwankmorastartigen »Kärr«; ein sogenanntes »Löfkärr« entsteht dadurch. Dieses »Löfkärr« scheint sich lange erhalten zu können, geht aber nach Hult's Angabe zuletzt in ein Abiegnum hylocomiosum über. Die ziemlich reiche Untervegetation dieser Fichtenbestände u. s. w. macht, dass man sie sehr wohl mit einem besonderen Namen bezeichnen kann, um sie von den eigentlichen Fichtenwäldern zu unterscheiden. Der Name Grankärr bietet sich dann ungesucht dar. Wahrscheinlich haben diejenigen »kärr med gran«, welche Norrlin[1]) aus Onega-Karelen beschreibt, dasselbe Vorgangsstadium als in Kemi-Lappmark, da der Verfasser auch erwähnt, dass in derselben Gegend »Kärr« mit nur Laubbäumen (Birken und Erlen[2])) vorhanden sind und dass in »kärr med gran« sich Birken eingemischt finden. In Finnland scheinen die »Grankärr« übrigens eine gar nicht unbedeutende Rolle zu spielen. Blomquist erwähnt (l. c. II. pag. 21), dass sie an gewissen Stellen, so z. B. an dem Pielisjärvisee mehrere Hunderte von Tonnen Landes, meist in Versumpfungen längs einem fließenden Wasser einnehmen.

Indessen darf man nicht glauben, dass dieses Einrücken der »Kärr« in die Waldformationen eine sehr gewöhnliche Erscheinung sei. Im Gegenteil giebt es unzählige, oft ungeheure »Kärr«felder, — z. B. in Russisch-Finnland und dem übrigen Skandinavien, am meisten in den nördlichen Provinzen,

---

1) Was in diesem Aufsatze »Kärr« genannt wird, ist nach der Norrlin'schen Terminologie ein Schwankmorast (»Gungfly«).

2) Wirkliche Alkärr (Erlensümpfe) sind auch vorhanden. Nach den wenigen Beobachtungen, die ich über diese Gesellschaften habe machen können, scheinen sie sich ungefähr in derselben Weise wie die Björkkärr (die Birkensümpfe) zu verhalten.

wo sie zahlreich vorkommen und von welchen Gegenden an sie überhaupt allmählich an Größe und Zahl weiter südwärts abnehmen —, die wie große Areale von Riedgrasmooren niemals in berechenbarer Zeit wesentliche, am wenigsten so große Veränderungen erfahren können, dass Bäume auf ihrer Oberfläche gedeihen könnten.

Ganz gewiss hat mancher nach dem Durchlesen der jetzt gelieferten Darstellung von dem Verhältnis der Fichte zu denjenigen Formationsserien, welche in dem skandinavischen Verbreitungsgebiete des fraglichen Baumes die Vegetation constituieren, sogleich einen Einwurf bei der Hand gegen die hier dargestellte Theorie von der unerhörten Bedeutung des Fichtenwaldes als Endziel für die Entwicklung der Mehrzahl dieser Pflanzengesellschaften. Wie soll man, sagt jemand ohne Zweifel, die heutige bunte Vegetation, welche das betreffende Gebiet einnimmt, erklären können? warum wird nicht diese Vegetation hauptsächlich aus dem, was hier als Schlussformationen gedeutet wird, und zwar besonders aus Fichtenwäldern gebildet, die ja ohne allen Vergleich die wichtigsten von diesen wären?

Zuerst will ich dann darauf hinweisen, was ich schon früher mit Nachdruck hervorgehoben, dass die Gemeingültigkeit des oben gelieferten Raisonnements die Annahme, dass der Einfluss des Culturmenschen an allen Punkten eliminiert wäre, zur notwendigen Bedingung hat. Aber gerade dass dies nicht der Fall ist, sondern im Gegenteil, dass dieser Einfluss seit Jahrhunderten in den skandinavischen Ländern eine durchgreifende Reaction auf die Geschichte der Pflanzenwelt ausgeübt, bewirkt, dass diejenigen Schlussformationen, in denen die Vegetation zuletzt stocken bleiben sollte, nur stellenweise erlangt werden, dass aber alle die verschiedenen Stadien dieser Bahn an verschiedenen Punkten vor unseren Augen ausgebreitet sind. Denn wenn die Wälder abgebrannt oder niedergehauen, Boden von verschiedener Art bloßgelegt, die Drainierungsverhältnisse verändert werden u. s. w., muss die Vegetation von neuem ihren Entwicklungsgang anfangen oder auch auf andere Wege geleitet werden, um nach einiger Zeit etwa aufs neue zerstört oder gehemmt zu werden; und während dieser Sisyphusarbeit geht eine Masse von verschiedenen, weit vorgeschrittenen Evolutionsstadien hervor.

Ferner haben wir gewisse Pflanzengesellschaften, deren Entwicklung, wie schon früher hervorgehoben worden, an ihren respectiven Schlussformationen in vielen Fällen erst in einer sehr entfernten Zukunft zur Vollendung gelangen kann. Namentlich gilt dies von den feuchten Formationen, die in einem weit geringeren Grade als die auf trockener Erde entstandenen dem Eingreifen des Menschen ausgesetzt sind, aber deren weitere Ausbildung nach dieser Richtung hin mit einem auf klimatische Ursachen gegründeten äußerst langsam gehenden Austrocknungsvorgang zusammenhängt.

Außer den Pflanzen aber, die die oben behandelten Formationsserien zusammensetzen, giebt es auch in der skandinavischen Flora eine Menge

Formen, darunter viele sehr »gewöhnliche«, die in normalen Fällen in die Constitution dieser Serien nicht eingehen. Ich beziehe mich dabei hauptsächlich auf einen großen Teil von Pflanzenformen mit unbedeutender Massenverbreitung, die mit größerem oder geringerem Rechte Relikten genannt werden könnten. Schon früher ist hervorgehoben worden, wie das Klima Nordeuropas nach der Eiszeit großen Wechselungen unterworfen gewesen. Man weiß auch, dass die Pflanzenwelt während dieser Wechselungen viele Veränderungen durchlebt hat. In jeder besonderen Gegend wurden das Entstehen neuer Formationen und Verschiebungen in der Zusammensetzung der alten durch die Einwanderung neuer Arten in größerem oder geringerem Grade die Folge des Eintretens jeder neuen Periode, und so führte auch dies den Untergang und Tod derjenigen Pflanzenformationen und Arten herbei, welche die nächst vorhergehende Periode charakterisiert hatten.

In der Jetztzeit haben diese Veränderungen sich durch die bunte Physiognomie, die im Allgemeinen die Vegetation auszeichnet, und durch die Zersplitterung, die eine Menge Pflanzenformen in ihrer Verbreitung zeigen, bemerkbar gemacht; die Flora jedes besonderen Gebietes enthält dadurch außer den Arten, welche von den heutigen Klimaverhältnissen begünstigt werden und die folglich die Vegetation dominieren, eine größere oder geringere Anzahl von Formen, die in mehr oder weniger beschränkter Individuenmenge die Vegetation vergangener Perioden vertreten; sie sind also, was man gewöhnlich Relikten nennt.

An Standorten, die durch besondere äußere Umstände geeignet sind, Pflanzengesellschaften, welche sich in längst verflossenen Zeiten während eines anderen Klimas hier niederließen, gegen andringende, von jetzigen Verhältnissen begünstigte Formationen Stand halten zu lassen, und in Schlussformationen, die während eines solchen vergangenen Zeitabschnittes ihre Vollendung erreicht und nicht von späteren Klimawechselungen haben verrückt werden können, muss man diese Relikten suchen.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich das Verhältnis all' dieser Reliktpflanzen zu der Ficbteninvasion schildern wollte; ich kann mich hier nur mit der Beziehung der Fichte zu den ganzen Pflanzengesellschaften beschäftigen, die Relikten genannt werden können, und unter ihnen nur solche auswählen, die eine nicht allzu unbedeutende Verbreitung besitzen.

Die *Ilex*region, wie auch die Buchenregion, kann ich hier unbeachtet lassen, da der Fichtenwald in dieser durch die Buche zum Untergange verurteilt zu sein scheint. In den übrigen Teilen des skandinavischen Verbreitungsgebietes der Fichte verdient dagegen die Stellung derselben zu Hainen (Lundar), Laubwiesen (Löfängar) und Eichenwäldern eine große Aufmerksamkeit.

Diejenigen Formationen, welche in dem üblichen Sprachgebrauche durch diese Namen bezeichnet sind, können wohl nicht alle im strengsten

Sinne des Wortes Relikten genannt werden. Denn eine Neubildung dieser Formationen findet in der That in gewissen Fällen statt. Aber im Allgemeinen nehmen sie durch ihre Zusammensetzung eine so fremdartige Stellung zu der trivialen Flora ein, die den größeren Teil des skandinavischen Florenbezirkes beherrscht, dass sie gewissermaßen als Überreste früherer Vegetationsperioden betrachtet werden können, zumal da die Verbreitung, die sie eventuell erlangen können, niemals von einer größeren Bedeutung wird.

Längs den kiesigen Ufern kleinerer Gewässer oder auch in Schutthalden, die sich steil gegen eine Wasserfläche hinabsenken, entsteht oder richtiger findet sich oft eine Art von »Hainen« (Lundar) von abwechselnder Zusammensetzung, alle zeichnen sich aber durch eine üppige Vegetation aus, die meistens aus großen Gräsern und Kräutern besteht, unter denen sich die Moosdecke nicht schließen kann. Über dieser Untervegetation, die in jeder besonderen Gegend häufig einige, der trivialen Flora fremde Elemente einschließt, erheben sich lebenskräftige Laubbäume: in Kemi-Lappmark und angrenzenden Gegenden Birken, in den Grauerlen- und Eichenregionen *Alnus incana* Willd. und *A. glutinosa* Gärtn., in der Buchenregion nur der letztere Baum, der aber, wie auch vielleicht zuweilen innerhalb der Region der Eiche, dazu verurteilt zu sein scheint, von der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und dem Spitzahorn (*Acer platanoides* L.) verdrängt zu werden. Als ein gemeinschaftlicher Name dürfte für diese Art von Hainen der von Hult vorgeschlagene Hainthälchen (»Lunddälder«) angemessen sein.

Die Gegenden, wo die Hainthälchen Gegenstand einer näheren Untersuchung gewesen, sind Blekinge und Kemi-Lappmark nebst dem nördlichen Österbotten. Nach Hult, dem wir diese Untersuchungen verdanken, sind sie als Schlussformationen zu betrachten. An den Stellen des mittleren Schweden, wo ich Gelegenheit hatte, dieselben zu studieren, sind sie jedoch in gewissen Varianten, teils solchen, deren Zusammensetzung nach den früher beschriebenen »Löfkärr« tendiert, teils solchen mit überwiegenden Grauerlen und Schwarzerlen in den Waldschichten, wo die Untervegetation den auch früher erwähnten Grauerlenwäldern ziemlich nahe steht, sehr stark von der Fichte bedroht.

Nahe verwandt mit der vielwechselnden Formationsreihe der Hainthälchen steht die nicht selten an seltenen Arten reiche Vegetation, die häufig in Schutthalden, an Bergabhängen, welche gegen Norden oder Nordwesten gerichtet sind, und in tiefen Felsenklüften angetroffen wird. In dem an Verwitterungsprodukten und Humus reichen Gruse sickert gewöhnlich Quellwasser langsam hervor, und die äußeren Verhältnisse bekommen hierdurch eine nicht unbedeutende Ähnlichkeit mit denjenigen der »Lunddälder«. Ob die hier herrschende Hainvegetation den Kampf gegen die Fichte aushalten kann, dürfte ungewiss sein. In einigen Fällen habe

ich an Bergabhängen Fichtenwälder gesehen, welche durch die Überreste von Hainvegetation, die sie enthielten, wie es sich herausstellte, durch das Überhandnehmen der Fichte in Hainformationen der erwähnten Art entstanden waren. Diese aus einem früheren Entwicklungsstadium überlebenden Formen — beispielsweise *Lonicera xylosteum* L., Schneeballsträucher (*Viburnum opulus* L.), *Calamagrostis sylvatica* DC. u. a. — scheinen sich in dem Schatten der Fichten erhalten zu können und geben dadurch dem Fichtenwalde ein etwas fremdes Gepräge. Für diese Art von Formation könnte der Name Fichtenhaine (Granlundar) benutzt werden.

In Bezirke, die den Haingewächsen besonders günstig sind, kann die Fichte jedoch nicht in berechenbarer Zeit einbrechen. Von der in einer nerkischen Felsenkluft, Gropdalen, befindlichen Vegetation ist oben erwähnt worden, dass ich bei einer früheren Gelegenheit (R. Sernander, Ett bidr. t. känned. om Sv. ekfl.) diese als eine während der Eichenzeit constituierte Pflanzengesellschaft gedeutet habe, welche im Kampfe mit der Fichte zum größten Teile besiegt wurde. Wo die äußeren Verhältnisse am günstigsten waren, war diese Gesellschaft noch zusammenhängend und schien sich in der That lange Zeiten hindurch als eine solche erhalten zu können.

Indessen steht die Vegetation in diesem Teile von Gropdalen als der Vertreter gewisser relikten Schlussformationen, die durch ihre Zusammensetzung und durch die Art und Weise, wie sie vorkommen, den Übergang zu einer anderen Art von Hainen bilden, welche von jeder Invasion der trivialen in einen Fichtenwald endigenden Formation befreit zu sein scheinen.

Die Formationen, auf welche wir uns jetzt beziehen, kommen meistens an gegen Süden gerichteten, ziemlich abschüssigen, sonnenverbrannten Schutthalden vor und bestehen größtentheils aus Laubbäumen, Sträuchern und xerophilen Kräutern, die ihr Verbreitungscentrum in der Eichenregion Europas haben. Aus Norwegen besitzen wir durch A. Blytt (Essay on the immigration of the norwegian flora during alternating rainy and dry periods. Christiania 1876 und in Engler's Bot. Jahrb. 1881) besonders belehrende Schilderungen dieser Pflanzengesellschaften, die, wie er nachweist, die Relikten seiner borealen Periode sind. Sowohl hier als in anderen Teilen Skandinaviens, wo Formationen dieser Art, die ziemlich selten sind, vorkommen, verjüngen sie sich eine Generation nach der anderen, ohne irgend einen fremden Eindringling zu fürchten zu brauchen.

»Lundbackar« nennt Hult eine Art von Formationen, in denen über einem aus häufigen Gräsern und Kräutern bestehenden Teppich sich eine Menge verschiedenartiger Laubbäume und Sträucher in parkähnlicher Gruppierung erhebt. Der dichte Rasenteppich gestattet hier das Keimen der Nadelbäume nicht, oder nur in einigen wenigen Exemplaren; die Laubbäume verjüngen sich indessen zwar spärlich, aber doch hinlänglich,

um diese »Lundbackar« zu erhalten, die hie und da auf frischem, abschüssigem, nahrungsreichem Kiesboden angetroffen werden.

In solchen »Lundbackar«, wo die Birke fast unumschränkt herrscht, nähert sich die Vegetation mehr oder weniger derjenigen der gewöhnlichen Birkenwälder. Für diese Modification hat Hult den Namen Björkbackar vorgeschlagen. Wenn man für die ganze Buchenregion das, was Hult in Betreff derselben in Blekinge gefunden, generalisieren darf, sollten sie allmählich in Eichenwälder übergehen. Dies kann möglicherweise in anderen südlichen Teilen des Verbreitungsgebietes der Fichte der Fall sein; im mittleren Schweden können jedoch diese »Björkbackar«, wie auch die mit ihnen sehr nahe verwandten »Aspdungar« (Espenhaine), der Fichte, die zwar langsam, aber sicher eindringt, im Allgemeinen nicht widerstehen.

Unter Laubwiesen (Löfängar) verstehe ich die Formationen, wo edle Laubbäume — Eschen, Ulmen, Eichen u. s. w. — Dickichte aus Schneeballsträuchern, Hagedorn, Hartriegel (*Cornus sanguinea* L.) etc. leicht überschatten, unter denen sich ein hoher, üppiger Rasenteppich mit reichlichen häufigen Kräutern ausbreitet. In ihren physiognomischen Grundzügen sind die Laubwiesen also den »Lundbackar« ähnlich. Von diesen unterscheiden sie sich durch einen größeren Reichtum an edlen Laubbäumen und die größere Üppigkeit der Untervegetation, weshalb sie fast immer als Graswiesen verwendet werden. Auf Kalkgrund innerhalb unserer Eichenregion, z. B. auf Gottland, Öland, den Silurgebirgen Westergötlands, den Ebenen Nerikes, aber auch in Urgebirgsgebieten werden diese hübschen Wälder wiedergefunden, welche in noch höherem Grade als die »Lundbackar« nicht nur die Kiefer, sondern auch die Fichte ausschließen können.

Eichenwälder im eigentlichen Sinne des Wortes sind leider eine seltene Erscheinung innerhalb des skandinavischen Verbreitungsgebietes der Fichte. Wie sich die typische Untervegetation eines ausgewachsenen, ausgebildeten Eichenwaldes innerhalb unserer Eichenregion in der That gestaltet, hat man fast keine Gelegenheit, durch eine directe Untersuchung zu bestimmen. Die Untervegetation der älteren Eichenbestände, die rein genug sind, um Eichenwälder genannt zu werden, ist nämlich während der Jahrhunderte, die zu der vollen Entwicklung des Bestandes erforderlich gewesen, durch das Abweiden, das Niederhauen der Sträucher u. s. w. in ihrer Ausbildung beträchtlich gestört worden. Indessen kann man immer so viel sehen, dass sie während ihrer langen Ausbildung eine sehr lange Reihe verschiedenartiger Ausbildungsformen aufzuweisen haben. In jungen Eichenbeständen hat die Untervegetation, deren Üppigkeit von der Dichtigkeit des Bestandes sehr abhängt, viele Ähnlichkeit mit derjenigen der »Björkbackar». In einem weiter vorgeschrittenen Stadium treten verschiedene Sträucher — *Corylus*, *Crataegus*, *Viburnum* u. s. w. — auf, und beginnen sich immer mehr zu zahlreichen Gruppen zu verbreiten. In den alten Eichenwäldern, die trotz des Überhandnehmens der Buche in

Dänemark übrig geblieben, scheint dies die Regel zu sein, wenn man einem so gründlichen Kenner der dänischen Vegetation wie Chr. Vaupell (De danske Skove) glauben darf. Die typische Untervegetation dieser Eichenwälder bestände aus einem dicht zusammenhängenden Gebüsche von hohen Sträuchern, meist Haseln[1]). Es giebt mehrere Umstände, die nicht nur dafür sprechen, dass dieses Verhältnis in vielen von den überlebenden Eichenbeständen Skandinaviens eintreten würde, wenn sie sich frei entwickeln dürften, sondern auch dafür, dass ein solches Unterholz in mehreren von den ungeheuren Eichenwäldern geherrscht, die in alten Zeiten ohne Zweifel unermessliche Strecken des südlichen Skandinavien bedeckten. So trifft man zuweilen alte Haselwälder mit einzelnen großen Eichen und Strünken desselben Baumes. Man hat dann ganz gewiss vor sich die Überreste eines alten Eichenwaldes mit Haselunterholz, dessen Zusammenhang aber durch die Axt zerstört worden. Beinahe überall, wo die Eiche in unseren postglacialen Ablagerungen massenweise angetroffen wird, trifft man daneben Überreste von Hasel in großen Quantitäten. Vaupell hebt hervor, dass, wenn die Eichenwälder in der Litteratur des Mittelalters geschildert werden, das reiche Unterholz, und darunter besonders die Hasel, erwähnt zu werden pflegt. Aus gewissen Gründen glaube ich, dass man auf diese Erscheinung großes Gewicht legen muss. In mehreren Gegenden bildet nämlich die Hasel reine Bestände, sogen. Haselwälder. Im südlichen Nerike habe ich fast regelmäßig junge Fichten mit kräftigen, langen Jahrestrieben im Schatten dieser dichten Bestände aufschießen sehen; und diejenige Formation, die man als die mutmaßliche Folge dieser Invasion theoretisch hervorconstruieren kann, wird auch in der Natur in der Form von Fichtenbeständen wiedergefunden, unter denen einige alte Haselstämme ein siechendes Leben führen. Wenn man sich nun eine dünne Hochwaldschicht aus mächtigen Eichen dächte, die ein solches Haselgebüsch überschatteten, würde dies die Feld- und Bodenschichten wenig beeinflussen können, deren Beschaffenheit zunächst Leben oder Tod für diejenigen Pflanzenformen bestimmt, denen das Substrat selbst erlaubt, in seinem Schoße zu keimen. Wenn sich Fichten in der Nähe fänden, scheint es folglich, als ob ihre Samen in dem lockeren, fetten, von keinem zusammenhängenden Vegetationsteppich bedeckten Boden, der sich unter den Haselsträuchern findet, hervorsprossen könnten. Wenn die Fichten erst das Unterholz überragt hätten, würden sie anfangen, in die Kronen der Eichen aufzuschießen. Wenn die Fichte in directe Collision mit der Eiche gerät, was man durch gewisse Umstände, die ich sogleich nachweisen werde, häufig Gelegenheit gehabt zu beobachten, ist

---

1) l. c. p. 168: »Die anderen Baumarten, die unter der Eiche wachsen können, sind im Vergleich mit der Hasel von geringer Bedeutung in dem natürlichen Unterholz des Eichenwaldes«.

der Untergang der Eiche unvermeidlich. In derselben Weise wie die Buche tötet die Fichte ohne Schonung diejenigen Teile des Laubwerkes der Eichen, die unter die Beschattung ihrer Äste kommen. Ist die Entwicklung wirklich zu diesem Punkte gelangt, muss das nächste Entwicklungsstadium ein Fichtenwald mit alten dürren Eichen und einem gesprengten, im Aussterben begriffenen Haselbestande werden, in welchem junge Fichten immer noch aufschießen; und nach etwa ein paar Jahrhunderten würde man in dem Abiegnum hylocomiosum, welches dann den Platz bedeckte, nicht viele Spuren von seiner Mutterformation, dem alten Eichenwald, übrig haben.

Aber es dürfte doch ziemlich unsicher sein, ob all' die Eichenwälder der Vorzeit ein Unterholz aus häufigerem oder reichlicherem Haselholz besessen haben. Nach den herrlichen Schilderungen der Eichenwälder Ungarns, die Kerner in »Das Pflanzenleben der Donauländer (Innsbruck 1863. Siehe besonders die Abteilung: Ungarisches Tiefland, Viertes Kapitel) mitteilt, scheinen diese in ihrem am weitesten vorgeschrittenen Stadium ein Aussehen zu bekommen, das in nicht unbedeutendem Grade an die am besten ausgebildeten Laubwiesen Schwedens erinnert. Der Baumbestand hat sich gelichtet, andere Laubbäume sind eingewandert oder haben sich vermehrt, Sträucher und Bäume treten in derselben parkähnlichen Gruppierung wie in Laubwiesen auf, und unter ihnen verbreitet sich ein üppiger, mit einer blühenden Kräuterwelt geschmückter Rasenteppich. Es dürfte nicht zu gewagt sein, die Vermutung aufzuwerfen, dass ein Teil der schwedischen Laubwiesen gerade aus uralten Eichenwäldern entstanden. Laubbäume von verschiedenen Arten finden sich immer in die Eichenwälder eingemischt, in welchem Altersstadium sich diese auch befinden mögen. Im Allgemeinen scheint die Verjüngung der Eichen unter geschlossenen Beständen ihrer eigenen Art sehr langsam zu gehen [1]. Lücken in dem Bestande können daher im Laufe der Zeit leicht entstehen. Diese werden dann gewöhnlich von einem üppigen Wiesenteppich eingenommen. In diesem keimen leicht andere Laubbäume, insbesondere Eschen und Ulmen.

Diese Entwicklung kann dadurch beschleunigt werden, dass der Mensch allmählich die Zahl der Eichen deciminiert. Dass in Dänemark gewisse, hauptsächlich aus Eschen und Ulmen zusammengesetzte Laubwiesen in dieser Weise entstanden, wird von Vaupell (l. c. p. 180—181) nachgewiesen.

Aus Gründen, die hervorgehoben worden, fehlt es indessen in der heutigen Vegetation Skandinaviens an hinlänglichem Material, um die

1) Dass dies in den Eichenwäldern Russlands der Fall ist, ist jüngst von S. Korzchinsky hervorgehoben worden (Über die Entstehung und das Schicksal der Eichenwälder im mittleren Russland. Engler's bot. Jahrb. XIII. Bd. 3. und 4. Heft. 1891).

Frage von dem Entwickelungsgange der Formationen, die aus den edlen Laubbäumen und zwar besonders aus der Eiche zusammengesetzt sind, vollständig ins Reine zu bringen. In den Gegenden, wo diese noch immer etwas von ihrer urwaldartigen Natur übrig haben, z. B. an einigen Punkten des ungarischen Tieflandes und in den Karpathen, scheinen sie nach Kerner sich durch eine absonderlich proteusartige Natur auszuzeichnen, für deren verschiedene Wechselungen es meistens fast unmöglich ist, den Erklärungsgrund von einem entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkte aus anzugeben. Dem sei nun, wie ihm wolle; wenn die Fichte mit Formationen dieser Art in Berührung kommt, scheint sie nach der vorliegenden Erfahrung in keine andere derselben als vielleicht in Eichenwälder mit einem Haselunterholze einbrechen zu können. Und nicht einmal für diese Invasion liegt ein auf völlig empirischem Wege gewonnener Beweis vor.

Aber auch in den aus edlen Laubbäumen bestehenden Formationen, die als völlig widerstandsfähig gegen die eindringenden Versuche der Fichte geschildert worden, kann man beobachten, wird Mancher einwenden, wie Nadelbäume in der That hineinkommen, wie der Entwicklungsgang häufig nach Stadien hin tendiert, welche nach der früher dargestellten Anschauungsweise in Abiegna hylocomiosa enden müssen. In der Litteratur sind auch zuweilen solche Beispiele als Beweise dafür angeführt und gedeutet worden, wie die Fichte im Stande ist, die Genossenschaften aus edlen Laubbäumen zu sprengen, welche, wie man annimmt, während der »Eichenzeit« constituiert worden.

Ich glaube jedoch nicht, dass diese Veränderungen die Folge einer freien naturgemäßen Entwicklung sind. An all' den Plätzen, wo ich dieses Eindringen der Fichte habe beobachten können, hat das Eingreifen der Cultur in den Gang der Natur sich als die wirkende Ursache erwiesen.

Vor allem glaube ich, dass weidendes Vieh dabei eine sehr große Bedeutung hat. Wenn ein »Lundbacke«, eine Laubwiese, ein Eichenwald oder ein Hainthälchen jahraus jahrein als Weideland verwendet wird, treten bald bedeutende Veränderungen in der Untervegetation ein. Gräser und Kräuter werden dünn, niedrig und siechen mehr oder weniger hin. Dadurch werden die Moose im höchsten Grade begünstigt und in ihrem Gefilz fangen Nadelbaumsamen aus der Nachbarschaft zu keimen an und zwar besonders unter dem Schutze der Wachholder, die fast immer einwandern und sich in der auf diese Art veränderten Pflanzengesellschaft stark vermehren. Wenn die Kiefern nicht allzu dicht aufschießen, beschädigen sie auf directem Wege die Laubbäume nicht besonders; unter dicken Eichen kann man sogar schlanke, beinahe ausgestorbene junge Kiefern erblicken, die sich vergeblich bemüht haben, durch das kräftige Astwerk der ersteren hinaufzudringen. Aber um so mehr leiden die lichtbedürftigen Eichen durch die Fichten und da ihre Verjüngung im Vergleich mit derjenigen der Fichte eine schlechte wird, welch' letzterer Baum schon, wenn er ein Alter

von nur einigen Decennien erreicht hat, seine Samen reichlich auf den Boden ausstreut, wo sie ein immer besseres Keimbett finden, so ist das weitere Schicksal der Formation ein unzweideutiges. Dieselben Umstände sind es, die am häufigsten den Übergang der »Björkbackar« und Espenhaine in einen Fichtenwald beschleunigen.

Die eben erwähnten hainartigen oder durch edle Laubbäume ausgezeichneten Formationen haben bekanntlich im Allgemeinen ihre größte Verbreitung in Kalkgegenden. In diesen werden auch einige andere Formationen angetroffen, in welche die Fichte wahrscheinlich niemals eindringen kann. Zunächst beziehe ich mich hier auf die sogenannte »Alfvar«-Vegetation, die gewisse Teile Ölands und auch Gottlands auszeichnet und die wahrscheinlich niemals in die Entwicklungskette der Wälder eingerückt werden kann.

Dasselbe gilt auch von einigen wenigen anderen Formationen an Meerufern, die den Wellenanschlägen einigermaßen ausgesetzt oder, wenn dies nicht der Fall ist, einer starken negativen Verschiebung unterworfen sind.

Das Verhalten der Fichte an ihren horizontalen und verticalen Grenzlinien verdient ein besonderes Capitel.

Bekanntlich stellte Wahlenberg in seiner klassischen Flora Lapponica die folgenden Pflanzenregionen auf, die in sowohl verticaler als horizontaler Richtung innerhalb des Waldgebietes des nördlichen Skandinavien auf einander folgen sollten, nämlich die Fichtenregionen (Regio sylvatica inferior und superior), die Kiefernregion (Regio subsylvatica) und die Birkenregion (Regio subalpina). Wie alle anderen Regionen in der Einteilung Wahlenberg's, entsprächen diese den Veränderungen des Klimas, die in jeder von diesen das Auftreten der am meisten charakteristischen Baumart der nächst untersten Region unmöglich machten.

In der Regio subsylvatica sollte folglich *Picea Abies* (L.) fehlen, aber Kiefern- und natürlich auch Birkenwälder wären dagegen vorhanden. Das Vorhandensein einer solchen Region innerhalb eines Teiles von dem Waldgebiete der alten Welt hat eine berechtigte Aufmerksamkeit auf sich gezogen, da es sich herausgestellt hat, dass überall, wo die Fichte und die Kiefer sonst zusammen vorkommen, jene nach Norden zu oder auf Berggipfeln nicht unbeträchtlich höher als diese geht.

Bereits im Jahre 1860 erhob C. P. Laestadius (Bidrag till kännedomen om växtligheten i Torneå Lappmark. Upsala 1860) einige Bedenken dagegen, dass man in den Nadelwaldregionen eine besondere Kiefernregion unterschiede. Vor allem hob er hervor, dass die Fichte nach Zetterstedt's, Fristedt's und seinen eigenen Untersuchungen in die Regio subsylvatica Wahlenberg's viel höher hinaufrücke, als es die Karte in der Flora Lapponica auswiese, weshalb die Grenzen dieser schon ohnehin unbedeutenden Region noch enger zu machen seien, ferner dass die Regio subsylvatica keine sie auszeichnenden Pflanzenformen besitze.

Auch Norrlin (Öfversigt af Torneå (Muonio) och angränsande delar af Kemi Lappmarkers mossor och lafvar) hat Zweifel über die Angemessenheit, die Kiefernregion Wahlenberg's als eine selbständige Region den übrigen gegenüber beizubehalten, erhoben.

Kihlman hat neulich (Pflanzenb. Stud. aus Russ. Lappl.) diese Frage einem besonders sachlichen und interessanten Studium unterzogen. Als Schlussergebnis seiner Betrachtungen will er, wenn nur Rücksicht auf die waldbildenden Baumarten genommen wird, die Einteilung des lappländischen Waldgebietes in zwei ungleich große Regionen, die Region der Nadelhölzer und die Region der Birke, hervorheben. Eine skandinavische Kiefernregion will er jedoch beibehalten, sieht aber darin keine durch specifisch klimatische Eigentümlichkeiten charakterisierte Region, sondern eine zwar öfters scharf begrenzte physiognomische Einheit.

Zur Stütze dieser Behauptung hebt er die Restrictionen hervor, die man bei der Begrenzung derjenigen Gebiete hat machen müssen, in welchen die Kiefer und die Birke allein Wälder bilden sollten. So haben Holmerz und Örtenblad gezeigt, dass bei Wakkokosket, wo Zetterstedt zuerst die Fichte nachgewiesen, diese um 30 Meter höher als *Pinus sylvestris* L. und in horizontaler Richtung noch einen Kilometer höher hinauf geht. Ferner ist die Fichte in der »Regio subsylvatica« von Inari-Lappmark durchaus keine Seltenheit, wenn die Kiefer auch der eigentlich waldbildende Baum ist. Ferner versucht er nachzuweisen, dass die Fichten an der Grenze ihrer Verbreitung sowohl in Süd-Varanger, den schwedischen Lappmarken als auch bei Inari ein ganz anderes Aussehen als diejenigen Fichten zeigen, welche auf der Kola-Halbinsel unzweideutig an ihrer klimatischen Nordgrenze vorkommen. An den ersteren Stellen behält sie eine gerade Baumform mit einer gewöhnlichen konischen Krone, an der letzteren tritt sie als niedriges, wurzelschlagendes Knieholz auf. Analoge Erscheinungen sieht er in der Wahl des Standortes der Fichte in den verschiedenen Gebieten.

Aus der Regio subsylvatica würde also die Fichte in keinem größeren Teil der fraglichen Region ausgeschlossen sein — was sie übrigens wahrscheinlich niemals vollständig ist — und zwar aus klimatischen Ursachen. Es bleibt dann übrig, andere zu suchen. Kihlman sucht diese in den ungeheuren Waldbränden, von denen die westlichen Lappmarken so intensiv heimgesucht werden. Schon Wahlenberg hob ihre Bedeutung hervor und Holmerz und Örtenblad gehen in Betreff des Nadelwaldgebietes Norrbottens so weit, dass sie in Frage stellen, ob nicht dieses Gebiet beinahe in seiner Gesamtheit von Waldbränden heimgesucht worden. Gleichwie die zwei letzterwähnten Forscher, ist Kihlman der Ansicht, dass die Kiefern, von denen die älteren Bäume einen Waldbrand am häufigsten überleben können, auf Kosten der Fichten, die durch einen solchen stark leiden, eine erweiterte Verbreitung bekommen haben. Nach Grenzgegenden hin, wo die Samenbildung der Fichte, wie Kihlman hervorhebt, eine schlechte

ist, wird folglich die Verbreitung derselben eine sehr beschränkte, und der Kiefernwald wird daher eine wirkliche Region physiognomisch charakterisieren.

Dieser Auffassung Kihlman's schließe ich mich völlig an. Wie sonst überall, kann die Fichte in Skandinavien sowohl in verticaler als horizontaler Richtung gehen und zwar eben so hoch wie die Kiefer, ja sogar höher, was sie auch thatsächlich oft thut. Kihlman erwähnt nach seinen eigenen Untersuchungen und denjenigen anderer Forscher, dass die Fichte in den Kiefernregionen von Åsele-, Lule-, Torne- und Inari-Lappmarken und wenigstens bis hinauf an die Nadelwaldgrenze auf den hohen vereinzelten Gebirgshöhen in den südlichen Teilen von Finnisch-Lappland gar nicht selten gefunden worden. Fr. J. Björnström (Grunddragen af Piteå Lappmarks Växtfysiognomi. Upsala 1856) giebt mehrere Vorkommnisse von Fichten in der Regio subsylvatica an. Aber nicht genug damit. Auch hinauf in die Birkenregion scheint die Fichte oft gehen zu können. Kihlman weist nach, dass an mehreren Punkten der Kolahalbinsel niedrige, sterile Fichtensträucher sich unter den Birken in der Regio subalpina finden. Für Torneå-Lappmark giebt C. P. Laestadius (l. c. p. 23) die Fichte als auch in der Birkenregion selten vorkommend an. In den südlichen Gebirgsgegenden Skandinaviens scheint die Fichte noch höher hinauf gedeihen zu können. Auf der südlichen Seite der Åreskutan in Jemtland geht nach K. Fr. Dusén (Om Sphagnaceernas utbredning i Skandinavien. En växtgeografisk studie. Upsala 1887) der Nadelwald, der hier nur aus Fichten besteht, bis zu 770 Meter hoch über das Meer. Die obere Grenze der hier schlecht ausgebildeten Birkenregion, liegt auf derselben Seite 825 M. ü. d. M., worauf die Grauweidenregion folgt. In dem sehr dünnen Bestande aus niedrigen, knotigen Birken, der sowohl diesen als auch fast alle anderen Teile der Regio subalpina der Areskutan auszeichnet, kann man niedrige, sterile Fichtensträucher finden, die durch wurzelschlagende Äste einen ziemlich weiten Umfang bekommen[1]). Das Vorkommen dieser Sträucher habe ich hinauf bis zu etwas über 900 M. ü. d. M., also ein gutes Stück über die Grenze der Birkenregion verfolgt, die übrigens hier ziemlich hoch liegt. (Die bisher höchste bekannte Ziffer aus Jemtland stammt aus Fångvålen, wo die obere Grenze der Birkenregion nach Elfstrand [l. c. p. 23] beinahe 830 M. ü. d. M. liegt.) Wegen der steilen Abschüssigkeit des Berges ist jedoch die absolute Entfernung zwischen der obersten Nadelwaldgrenze und den obersten Fichtensträuchern eine ziemlich unbedeutende. Auf Wällista im südwestlichen Jemtland finden sich nach Elfstrand (l. c. p. 5)

1) Folglich hat die Fichte hier dasselbe Aussehen, welches Kihlman aus der Kolahalbinsel und Norman (Smaaträk af Naturens Växthusholding fornemlich inden den norske Floras Gebet. I. Naturens Granskovhusholding tilfjelds. Forhandlingar i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1862) aus den norwegischen Hochgebirgen beschreibt.

niedrige, strauchartige und teilweise vertrocknete Fichten in der eigentlichen Birkenregion.

Dass diese hoch gehenden Fichten sowohl auf der Kolahalbinsel als auf der Åreskutan steril sind, dürfte wohl zu beachten sein. KIHLMAN hat nämlich und zwar mit Recht daran erinnert, dass die klimatischen Minimiwerte, welche für die Vollstreckung der zur vegetativen und zur generativen Sphäre gehörigen Lebensvorgänge der Fichte nötig sind, nicht identisch, sondern durch sehr große Abstände unterschieden sind. Oberhalb der Grenze, wo die Fichte durch ihre geschlechtliche Reproduction wirkliche Bestände bilden kann, kann sie durch den Transport der Samen aus diesen in anderen Pflanzengenossenschaften aufwachsen. In solcher Weise kann, wie KIHLMAN sagt, an steileren Gehängen oberhalb des eigentlichen Fichtengebietes, von wo aus der Samentransport besonders erleichtert wird, die Fichte bis an die äußersten Grenzen des Baumwuchses vordringen. Dies ist nach meiner Ansicht auf Åreskutan der Fall gewesen, wo sogar die Fichte in die alpine Region eingetreten. Damit die Fichte ferner über die eigentliche Nadelwaldgrenze hinaus verbreitet werde, müssen also, wenn man von der unbedeutenden Vergrößerung ihres Verbreitungsgebietes absieht, die eine Reproduction durch wurzelschlagende Äste herbeiführen kann, neue Samen aus den unteren Regionen zugeführt werden. Zu einem analogen Resultat ist auch DUSÉN in Betreff der Verbreitung der Sphagnaceen oberhalb der Baumgrenze gekommen. (Cfr. z. B. l. c. p. 121—122.)

Ich will jedoch erwähnen, dass sich eine andere Erklärung für gewisse Vorkommnisse von *Picea Abies* (L.) oberhalb der Nadelwaldgrenze denken lässt. Dass diese wenigstens in mehreren der Gebirgsgegenden Skandinaviens höher als heutzutage lag, kann nicht geleugnet werden. Die Fichtensträucher in der heruntergerückten Birkenregion können zuweilen die Überreste ehemaliger Fichtenbestände sein, die sich auf vegetativem Wege hier erhalten.

Es läge also kein Grund vor, dass die Fichte in den oberen Teilen der Nadelwaldregion eine andere Stellung als in den unteren der Kiefer gegenüber einnähme. Folglich könnten, wenn die Natur frei für sich selbst sorgen dürfte, unter den Kiefernwäldern nur Pineta cladinosa und Cladineta ericosa sich als solche erhalten. Aber günstige Bedingungen für die Entstehung dieser Formationen scheinen in den an Flächenraum umfassendsten Partien vorzukommen. Gerade dies dürfte dazu beitragen, die Fichte als einen in die Augen fallenden Bestandteil aus der Vegetation auszuschließen und folglich das Berechtigte in der Auffassung der fraglichen Region als eine physiognomische Einheit zu erhöhen. Ob sie indessen so sehr verbreitet sind, dass sie, vorausgesetzt, dass während einiger Jahrhunderte keine Waldbrände gewütet, die Physiognomie der Vegetation den Fichtenwäldern gegenüber, welche aus Pineta hylocomiosa, Betuleta u. s. w. entstanden sind, noch immer vollständig dominieren würden, dürfte zweifelhaft sein.

Ich habe soeben Betuleta erwähnt. Wie in den übrigen Teilen der Nadelwaldregion, sind die Birken in den obersten Teilen derselben den Nadelbäumen im Kampfe ums Dasein am meisten entschieden unterlegen. In der Regio subalpina stehen sie jedoch ohne Nebenbuhler. Die Fichten, welche aus den Nadelwaldregionen einwandern, werden steril und erheben sich nicht zu Bäumen. Sie bilden nur ein zwar interessantes, aber für die fernere Entwickelung der Formation wenig wichtiges Element in der Gebüschschicht der Birkenwälder.

Wenn wir, um einen zusammenfassenden Überblick über die jetzt gelieferte Darstellung des Eingreifens der Fichte in die Entwickelung der Pflanzenwelt innerhalb des skandinavischen Verbreitungsgebietes des Baumes zu bekommen, uns das Aussehen der Vegetation in diesen Gegenden z. B. nach einem halben Jahrtausende dächten, wäre dies ungefähr das Folgende, wofern die oben aufgeworfenen Theorien richtig wären, und vorausgesetzt, dass die Natur völlig frei hätte walten dürfen und dieselben klimatischen Verhältnisse wie die gegenwärtigen ununterbrochen geherrscht hätten.

In der Buchenregion Schwedens wären die Fichtenwälder, die sich während der ersten Jahrhunderte unerhört erweitert hätten, durch die Buche völlig zersplittert, welche in dem größeren Teile des Gebietes zusammenhängende Bestände bilden würde. Aber nördlich von dieser Region bis hinauf zu denjenigen Regionen der Hochgebirge und des nördlichen Skandinavien, wo die Fichte ihre Baumform beibehalten kann, würde ein düsterer einförmiger Fichtenwald eine ungeheure Decke bilden, deren Zusammenhang nur hie und da durch inselförmige Partien mit einer verschiedenartigen anderen Vegetation unterbrochen würde.

Aus welchen Pflanzenformen könnten dann diese Inseln bestehen?

Im nördlichen Schweden und in vielen Teilen Finnlands würden die Kiefernhaiden (Tallmoar) bedeutende Strecken einnehmen, südwärts könnte man auch diese Formation spärlich antreffen, aber im übrigen wäre die Kiefer außer auf den Versumpfungen ziemlich selten. Die Austrocknung der letzteren wäre noch weiter vorgeschritten und hätte, wenn die feuchten Formationen auch noch eine erhebliche Ausdehnung besäßen, dasjenige Terrain nicht wenig vergrößert, welches Pineta sphagnosa im größten Teile und Abiegna sphagnosa und hylocomiosa in einigen, besonders nördlichen Teilen Skandinaviens jetzt einnehmen.

Die Verwachsung und die Verschlämmung der Seen und auch der fließenden Gewässer wäre noch weiter vorgeschritten, wodurch das Terrain vergrößert worden wäre, auf welches die Waldformationen und eventuell die Fichtenformationen einrücken könnten; allein von periodisch überschwemmten oder scharfen Wellenanschlägen ausgesetzten Ufern wäre die Fichte ausgeschlossen.

So fänden sich auch kleine Flecke eines aus *Grimmia-Cladina*-Hügel-

chen entwickelten Kiefernwaldes auf Gebirgen und Felsen, auf denen man übrigens vereinzelte Exemplare mehrerer Baumarten antreffen könnte, von denen jedoch nur die Kiefern sich zu einer wirklichen Formation hätten zusammenschließen können.

Die Laubbäume würden eine völlig gesprengte Ausbreitung zeigen. Vereinzelt könnte die Birke noch immer unter den weit auseinander stehenden Kiefern in Pineta cladinosa und in Cladineta ericosa aufschießen und in den »Myrar« einiger Gegenden eine gewisse Rolle spielen. In ungleichen Proportionen gemischt, würden die Laubbäume im Allgemeinen, und unter ihnen im nördlichen Skandinavien vor allem die Birke, hie und da in den hainartigen Formationen noch übrig sein, die als beständige, aber verhältnismäßig wenig ausgebreitete Relicten an gewissen günstigen Stellen, z. B. auf gewissen Arten von Felsenboden, in gewissen Kalkgegenden u. s. w., soeben erwähnt wurden.

Die geologischen Zeugnisse von der Einwanderung der Fichte in Skandinavien.

Von allergrößtem Interesse ist es natürlich zu ermitteln, wann dieser mächtige Eindringling, gegen den so wenige von den Pflanzengesellschaften unserer Zeit standhalten können, in die skandinavische Vegetation eingebrochen ist, und wie er nach seiner Einwanderung allmählich bis heutzutage an ihrer Entwickelungsgeschichte teilgenommen hat. Auf die letztere Frage bin ich schon im Obigen eingegangen, da man voraussetzen muss, dass sich die Fichte ehemals anderen Pflanzenformen gegenüber in vielen Fällen in derselben Weise wie jetzt verhalten hat. Aber natürlich können wichtige Verschiedenheiten existiert haben, die davon abhängig waren, welches Klima die respectiven Perioden hatten, während welcher die Fichte in Skandinavien zu finden war, und im Zusammenhang damit, welche allgemeinen Veränderungen die Vegetation während derselben Zeit kann erlitten haben. Um sowohl in dieser Sache als in der Frage über den Zeitpunkt der Einwanderung der Fichte einige Klarheit zu gewinnen, muss man sich zu einem Forschungsgebiet wenden, das in so vielen bisher leider allzu unbeachteten Hinsichten in innigem Zusammenhange mit der biologischen Pflanzengeographie steht. Ich meine die quartäre Geologie und zwar speciell ihren pflanzenpaläontologischen Teil.

Ehe ich nun dazu übergehe zu schildern, aus welchen der quartären Ablagerungen Skandinaviens man Fichtenreste kennt, wird eine kurze Übersicht von dem geologischen Alter vorausgeschickt, das man bei dem jetzigen Standpunkte der quartären Geologie denjenigen dieser Ablagerungen, in welchen Pflanzenreste angetroffen werden, beilegen kann.

Nachdem das Inlandeis sich endlich nach seiner letzten Verbreitung[1]) in unsere Hochgebirge zurückgezogen hatte, lagen ungeheure Strecken des

1) Die infra- und interglacialen Bildungen werden hier außer Rechnung gelassen.

heutigen Festlandes, das von der Glaciation betroffen worden, unter einem an seinen hydrographischen und biologischen Verhältnissen mit dem nördlichen Polarmeer der Jetztzeit ziemlich übereinstimmenden Eismeere versenkt. Am meisten gesenkt scheint Norrland gewesen zu sein als die centrale Partie des von der letzten Vereisung getroffenen Gebietes, um die sich sodann die Isoanabasen (so benennt DE GEER die Curven, die diejenigen Punkte verbinden, welche eine gleich große Hebung erfahren haben) concentrisch gruppieren [1]).

Das Land fing indessen an, sich allmählich zu heben. Bis zu den letzten Jahren hat man im Allgemeinen geglaubt, dass diese Hebung bis zu unseren Tagen continuierlich ungefähr nach demselben Maßstabe fortgeschritten wie die noch an den skandinavischen Küsten stattfindende secundäre Hebung. Während der ersten Zeiten der Hebung wäre »Glaciallera«, stellenweise mit der rein arktischen Muschel Yoldia arctica, gebildet worden, später, nachdem sich das Klima immer mehr verbessert hätte, hätte sich »Åkerlera« mit Mytilus edulis und anderen an den Küsten Skandinaviens noch lebenden Mollusken abgesetzt.

Indessen ist die Aufmerksamkeit während des letzten Jahrzehntes auf eine Menge von Thatsachen gelenkt worden, die sich keineswegs durch die Annahme eines so einfachen Verlaufes erklären lassen, sondern notwendig der Frage von den quartären Niveauveränderungen Nordeuropas eine mehr complicierte Natur zu geben scheinen.

Schon im Jahre 1882 wies DE GEER (Om en postglacial sänkning af mellersta och södra Sverige. G. F. F. 1882) nach, dass an einer Menge von Punkten des mittleren und südlichen Schweden zwischen der auf verhältnismäßig tiefem Wasser abgelagerten »Glaciallera« und der »Åkerlera« Bildungen liegen, die schwerlich anders denn als Ablagerungen in der Nachbarschaft eines Ufers gedeutet werden könnten, und dass in dem Ronnebythal zwischen marinen Lagern die Spuren eines Flussbettes beobachtet worden. Die im südöstlichen Teile Schwedens auftretende »Åkerlera«, welche Überreste von in der Ostsee noch lebenden Formen enthält, wäre nach seiner Ansicht während einer besonderen von der spätglacialen getrennten Senkung: der postglacialen, abgesetzt worden.

Ganz natürlich erschien jetzt das Vorkommen von Süßwasserbildungen unter dem Ostseesand, die in Schonen von E. ERDMANN [2]) und NATHORST [3]),

---

1) Über den Verlauf dieser spätglacialen Senkung (DE GEER) ist ein neues Licht geworfen worden und zwar durch DE GEER's bedeutungsvolle Arbeit: Om Skandinaviens kvartära nivåförändringar. Geol. För. Förhandl. 1888 och 1890. Dort wird, wie es scheint, zu völliger Evidenz erwiesen, dass die Hebung nach dieser Senkung eine ungleichförmige gewesen, so dass die Erdrinde selbst, nicht die Meeresfläche, wie es SUESS (Das Antlitz der Erde) zu beweisen sucht und wie es nach ihm sehr allgemein angenommen worden, diesen Bewegungen unterworfen gewesen.

2) E. ERDMANN, Bidrag till frågan om Skånes nivåförändringar. G. F. F. 1872.

3) A. G. NATHORST, Om Skånes nivåförändringar. Ibidem 1873.

auf Gottland von Lindström[1]) und Linnarsson[2]), von Holst[3]) in Småland beobachtet worden sind.

Aber von jeher — besonders durch Forchhammer und Sven Nilsson — wusste man, dass vor den Nordseeküsten, Bornholm, Schonen u. s. w. sich Torfmoorablagerungen auf dem Meeresboden in einer ziemlich großen Tiefe fanden. Ohne Zweifel sind sie mit den soeben erwähnten Süßwasserbildungen äquivalent. Die Hebung in diesen Gegenden vor der postglacialen Senkung scheint folglich länger gewirkt zu haben, als es die in dem letzten geologischen Zeitraume stattgefundene Erhebung bewirkt hatte.

Gestützt auf seine Untersuchungen über quartäre Strandwälle mit *Ancylus fluviatilis*, *Limnaea ovata*, *Pisidien* u. a. Süßwassermollusken auf Gottland, welche in Zusammenhang mit der von Schmidt schon im Jahre 1867 gemachten Entdeckung gleichartiger Bildungen in Esthland und auf den davor liegenden Inseln gesetzt wurden, wies Munthe (Om postglaciala aflagringar med *Ancylus fluviatilis* på Gotland G. F. F. 1887) im Jahre 1887 nach, dass die Ostsee einst während der postglacialen Zeit ein Süßwasserbecken gewesen. Diese Zeit verlegte Munthe in den Zeitraum, wo die erwähnte Hebung des südwestlichen Skandinaviens eine so große geworden, dass die Ostsee von der Nordsee abgeschlossen und dadurch die Einströmung salzigen Wassers von dort gehemmt wurde.

Mehrere Gründe lagen dafür vor, dass eine von H. v. Post (Upplysningar och underrättelser för landthushållare i Vestmanlands län VI. årg. 4 h. Vesterås 1855) aufgestellte Reihe unserer quartären Ablagerungen, die bisher sehr wenig beachtet worden, nämlich »undre grålera«, eben in dieser Ancylussee gebildet worden, und diese Möglichkeit wurde auch von de Geer (Sk. kv. nivåf. 1890 p. 108) hervorgehoben.

Vorigen Sommer erhielten Munthe und ich einen neuen Aufschluss in dieser Frage. Wir fanden nämlich auf dem mittleren Gottland einen Ancyluswall auf Torf liegend. Noch eine Senkung des skandinavischen Walles läge also vor. In Betreff des Verlaufes derselben will ich hier nur erwähnen,, dass sie durch Aufdämmungsverhältnisse zufolge der Absperrung der Belte während der erwähnten Hebungsperiode verursacht sein k a n n und noch eine verticale Bewegung der Erdrinde selbst nicht notwendig vorauszusetzen braucht. Zu erwähnen ist jedoch, dass, wenn die »undre grålera« wirklich, wofür nach meiner Ansicht alle Wahrscheinlichkeiten vorliegen, aus der Ancylussee abgesetzt ist, das Phänomen der Lagerung der gottländischen Uferwälle auf Süßwasserbildungen an Gemeingültigkeit dadurch gewinnt, dass dieser Lehm im mittleren und östlichen Svealand, wie

---

1) G. Lindström, Om postglaciala sänkningar af Gotland. Ibidem 1886.

2) Ibidem 1876. p. 120.

3) N. O. Holst, Om ett fynd af uroxe i Råkneby, Ryssby sochen, Kalmar län. Ibidem 1888.

ich in einem Vortrag vor der Geologiska Sektionen af Upsala Naturvetenskapliga Studentsällskap im Frühling 1890 hervorhob, von dem Glaciallehm durch Uferbildungen getrennt zu sein scheint. Bei den Untersuchungen, welche ich in den Jahren 1889 und 1890 über den Bau des Örebroåsen anstellte, fand ich nämlich, dass in seinen Schalen die »undre grålera« von einem mit Bruchstücken aus »Glaciallera« vermischten Sand normal unterlagert war.

Während dieser ganzen Zeit, seitdem das Inlandeis für immer geschmolzen war und seine Residuen-Moränen und Rullstensåsar als eine mehr oder weniger dicke Decke zurückgelassen hatte, aus der der Berggrund sich häufig erhob, bis zu unseren Tagen ist nun die Vegetation allmählich eingewandert und hat sich während einer Reihe von Schicksalswechseln zu ihrem gegenwärtigen Stadium entwickelt. Die Spuren der verschiedenen Stadien dieser Entwicklungsgeschichte haben wir in den Ablagerungen zu suchen, welche sich unterdessen absetzten und in welchen Pflanzenreste aufbewahrt worden.

Nun aber ist es natürlich, dass die Entwicklung der Vegetation in denjenigen Teilen des Bodens Skandinaviens, welche während eines oder einiger Stadien der spätglacialen und der postglacialen Zeit unter die Meeresfläche gesenkt worden, eine ganz andere geworden als in den Gegenden, wohin das Meer während dieser Zeit niemals reichte. Wenn man bei der Untersuchung derjenigen Ablagerungen, welche Pflanzenreste führen, ihr Verhältnis zu den verschiedenen marinen Bildungen genau bestimmte, würde natürlich der Unterschied dieser Entwicklung hervorgehen und der Verlauf der quartären Niveauveränderungen dadurch in Verbindung mit den respectiven Veränderungen gesetzt werden können, welche die Vegetation hat erleiden können.

Bevor wir zur Schilderung dieser Pflanzenreste führenden Bildungen übergehen, wollen wir daher die fraglichen, oben in aller Kürze skizzierten quartären Niveauveränderungen, deren Verlauf früher angedeutet wurde, etwas näher untersuchen, und zwar mit besonderer Rücksicht auf das, was hier von speciellem Interesse ist, nämlich ihre Ausdehnung und die Ablagerungen, in denen man ihr Vorhandensein spüren kann.

Am stärksten wurden, wie früher hervorgehoben, die norrländischen Provinzen von der spätglacialen Senkung getroffen, da sie die centralsten Teile des letzten Vereisungsgebietes waren. In Angermanland liegt die oberste spätglaciale marine Grenze nicht weniger als 260—270 m über der heutigen Meeresfläche. Die Entfernung zwischen den Isoanabasen, welche sich rings um dieses Gebiet gruppieren, scheint dann anzudeuten, dass diese einen Gradienten von 1 auf 2000—3000 besitzen. Die höchste marine Grenze liegt in Nerike 140—150 m hoch. Von dem breiten Gürtel Schwedens, wo die großen Seen, der Hjelmaresee, der Wetternsee und der Wenersee liegen, war der Zusammenhang des festen Landes sehr

stark zersplittert. Ganz Gottland ist unter diesem spätglacialen Meer versenkt gewesen; im südwestlichen Finnland ist dieses Meer wenigstens 130 Meter höher als das heutige gewesen. Norwegen scheint in seiner Gesamtheit innerhalb eines Gebietes, dessen Isoanabasen einen hohen Zifferwert hatten, gelegen zu haben. Die Gegend südlich von der Linie, welche man sich von dem westlichen Ende des Limfjords bis zu dem großen Belt gezogen denkt, ist, ebensowenig wie die deutsche Ostseeküste, wahrscheinlich niemals von der fraglichen Senkung getroffen worden. Den näheren Verlauf dieser Nullcurve kennt man nur sehr wenig. Wahrscheinlich läuft sie bis zu der Umgegend von Petersburg fort, um von da sich irgendwohin nach den Gegenden östlich vom Weißen Meere fortzusetzen, worauf sie rings um die skandinavische Halbinsel südlich von Beeren-Eiland und östlich von den Shetlandsinseln nach dem Limfjord zurückgeht.

Die von dem spätglacialen Meere zurückgelassenen Bildungen sind Strandwälle auf verschiedenen Niveaus, unter denen die an der Westküste Skandinaviens befindlichen reich an Schalenresten glacialer Natur sind, Sandablagerungen und der früher erwähnten »Glaciallera«, welch' letztere, da sie auf der Tiefe abgelagert ist, gewöhnlich erst etwa 20 Meter unterhalb der höchsten marinen Grenze auftritt.

Die Größe der »Ancylussenkung« ist bisher nicht einmal annäherungsweise bekannt. Auf Gottland, wo ihre Ablagerungsproducte — Strandwälle und Sandlager — durch Munthe Gegenstand gründlicher Untersuchungen gewesen, hat sie im nördlichen Teile der Insel 40—50 Meter betragen (dürfte aber weiter nach Süden beträchtlich geringer gewesen sein). Wenn nun die ziemlich hoch über dem Meere angetroffene »undre Grålera«, wie schon oben aufgeworfen worden, während dieser Senkung gebildet ist, dürfte die letztere im östlichen Schweden noch größer gewesen sein. Indessen muss immer hervorgehoben werden, dass die »Ancylusperiode« in innigem Zusammenhange mit der spätglacialen Senkung steht und gewissermaßen als eine Fortsetzung derselben betrachtet werden kann. Während der auf diese Senkung folgenden Hebung scheinen ja, wie früher hervorgehoben worden, das südwestliche Skandinavien und die Nordseeküsten sich stärker als das übrige Nordeuropa erhoben zu haben. Nachdem diese Hebung bis zu einem gewissen Stadium vorgeschritten, haben gerade diese Gegenden aufdämmend auf das Wasser der Ostsee wirken können und dasselbe mehr oder weniger hoch über — eventuell mit Süßwasserbildungen versehene — Gebiete an ihren Küsten steigen lassen können, die sich noch verhältnismäßig wenig erhoben, die aber dann die längst angefangene Hebung fortsetzten und dadurch eine negative Verschiebung der Strandlinien des Ancylusmeeres verursachten.

Dem sei nun wie ihm wolle, über das Nordseegebiet und ganz Dänemark im übrigen, Halland, Schonen, Blekinge, das östliche Småland und

Gottland muss das Meer in einer noch späteren Zeit von neuen zu einem gewissen Niveau hereingebrochen sein, wie man aus den unter die Meeresfläche gesenkten Torfmooren und weit in das Land hinein unter marinen Bildungen gefundenen Süßwasserdepositen schließen kann, die man in diesen Gegenden angetroffen hat. Es ist dies die postglaciale Senkung de Geer's. Während des größeren Teiles derselben war das Wasser der Ostsee beträchtlich salziger, als es jetzt der Fall ist. Über ein wie großes Gebiet sich diese Senkung erstreckt hat, ist noch unmöglich zu entscheiden; wahrscheinlich hat sie in der Ostsee nicht das Bottnische Meer und den Bottnischen Meerbusen erreicht. In den marinen Ablagerungen längs der norrländischen Flüsse haben diese großartige Profile von oft bis zu 60 Meter ausgegraben und in der ganzen Menge solcher, die ich für das Studium der in dieselben eingebetteten Pflanzenreste mit Unterstützung der Königl. Schwedischen Academie der Wissenschaften im Sommer 1889 untersuchte, fand ich niemals eine namhafte Unterbrechung, die auf Strandbildungen zwischen den Schichten, welche man wegen ihrer Höhe über dem Meere, ihrer Fossilien u. s. w. als während der postglacialen Zeit gebildet bezeichnen kann, und den Schichten deuten könnte, denen man durch gewisse Analogieschlüsse ein spätglaciales Alter (die Ancyluszeit darin mit einbegriffen) beilegen kann. Wo das eigentliche Senkungsgebiet anfing, ist schwer zu entscheiden. Da man indessen mit ziemlich großer Bestimmtheit die im nördlichen und mittleren Skandinavien angetroffenen Bildungen äquivalieren kann, welche dieselben Seemollusken wie diejenigen enthalten, die entschieden zu der postglacialen Senkung gehören und die südwärts supramarine Depositen bedecken, so werden hier die Höhenzahlen für alle diese Bildungen im Zusammenhange als zu demselben Zeitabschnitte gehörend, welcher hier der Bequemlichkeit wegen die postglaciale Senkung und die postglaciale Hebung genannt wird.

Die Ablagerungsproducte dieser Zeit sind hauptsächlich Strandwälle (inclusive Schalenbänke), Sand und Lehm, die zum Unterschiede von den früheren Senkungen hier postglaciale benannt werden.

In der Provinz Medelpad hat Munthe postglaciale Strandwälle bis zu 77 m angetroffen. Auf einem höheren Niveau dürften solche Wälle nur in eben diesen Gegenden Norrlands zu finden sein, wo, wie früher erwähnt worden, die spätglaciale Senkung am größten gewesen. In Norwegen liegen die höchsten postglacialen Schalenbänke, welche man dort angetroffen, 47 m über dem Meere. Bis zu 40—60 m gehen die Isoanabasen der postglacialen Erhebung über das mittlere Schweden. Die nördlichen Teile Gottlands tragen postglaciale Strandwälle bis über 22 m über dem Meere; in den südlichen Teilen gehen sie nicht über 15 m im Verhältnis zur heutigen Meeresfläche. In Schonen, wie auch in Dänemark, wo die postglacialen Strandwälle fehlen oder sehr niedrig liegen, in dem Gebiet, welches von der spätglacialen Senkung nicht betroffen worden, ist die Hebung über die

heutige Meeresfläche bei den Küstenstrecken, welche während der postglacialen Senkung ertränkt wurden, nicht groß.

Kehren wir jetzt zu den quartären Ablagerungen zurück, in denen sich Überreste von Pflanzen und darunter eventuell von der Fichte aufbewahrt finden können.

In marinen Bildungen können Reste von Pflanzen, die in dem Meerwasser oder an den Ufern und in ihrer Nachbarschaft leben, eingebettet und aufbewahrt werden, und darunter, wie ich sogleich nachweisen will, auch die Fichte. Mehrere solche Funde sind gemacht worden. (Eine Zusammenstellung der wichtigsten skandinavischen Funde dieser Art findet man im Bot. Centralblatt 1890: Rutger Sernander, Über Pflanzenreste in den marinen Ablagerungen Skandinaviens.) Zu welcher Epoche der quartären Zeit, wenn man die Niveauveränderung als Einteilungsgrund nimmt, diese Pflanzenreste zu rechnen sind, das versteht sich natürlich von selbst, wenn man nämlich weiß, aus welcher Senkungsperiode (resp. Hebungsperiode) die fraglichen, Pflanzenreste führenden marinen Schichten stammen.

Es ist jedoch von der größten Schwierigkeit, zu bestimmen, ob diese während einer Zeit gebildet worden, wo die Verschiebung der Strandlinie eine positive oder eine negative war. Was die Strandbildungen betrifft, so liegen natürlich etwas größere Wahrscheinlichkeiten dafür vor, dass sie während der negativen Verschiebung gebildet worden, da die Strandwälle und Sanddünen, welche während der positiven Verschiebungsperiode aufgeworfen wurden, an dem Uferrande sehr leicht von dem unaufhörlich steigenden Meere von neuem abradiert werden können. Was aber die Lehmablagerungen betrifft, haben diejenigen, welche aus einer positiven Facies herrühren, größere Aussichten, vor einer Abrasion bewahrt zu werden, weil sie während der nachfolgenden negativen Verschiebung von neuen Lehmschichten bedeckt werden, die hingegen, nachdem sie zur Strandlinie emporgehoben worden, leicht von den Wellen weggespült werden können. Aber eine gemeingültige Regel lässt sich natürlich nicht aufstellen, sondern die Unsicherheit bei dem Verlegen der Bildungszeit einer marinen Ablagerung in den positiven oder den negativen Teil desjenigen Niveauveränderungsstadiums, während dessen sie entstanden ist, bleibt fast immer übrig. Die Differenz zwischen den zwei möglichen Zeitwerten, die man einer marinen Schicht und den etwa in dieselbe eingebetteten Fossilien beilegen kann, wird daher eine um so größere, auf je niedrigerem Niveau die Schicht liegt, wird aber bei dem höchsten Punkte der fraglichen marinen Grenze vertilgt. Sowohl Maximal- als Minimalwerte, von welchen die letzteren hierbei am häufigsten benutzt werden, bekommen folglich eine immer größere absolute Bedeutung, je näher die fragliche Ablagerung dieser Grenze liegt. Eine andere Frage von der größten Wichtigkeit muss auch bei Altersbestimmungen berücksichtigt werden. Da nämlich die Niveauveränderungen Skandinaviens ungleichförmig gewesen, so kann man nicht ohne

weiteres, wie früher mitunter geschah, Schichten aus demselben Abschnitte der quartären Zeit und von derselben Höhe über der heutigen Meeresfläche äquivalieren. DE GEER hat vorgeschlagen, dass man, wenn die höchste Grenze eines marinen Ablagerungscomplexes bekannt ist, die Höhe der verschiedenen Punkte desselben im Verhältnis zu der jetzigen Meeresfläche in Prozenten der Entfernung zwischen dieser und der marinen Grenze der fraglichen Gegend ausdrücken soll.

Fichtenreste sind, wie schon oben gesagt, in marinen Schichten gefunden worden.

In seinem botanischen Vortrag an dem Festtage der Kgl. Academie der Wissenschaften 1887 erzählte Professor A. G. NATHORST, dass MUNTHE in einer postglacialen, marinen Schicht auf Gottland Fichtenreste angetroffen. Über diesen Fund hat mir MUNTHE freundlichst mitgeteilt, dass der Fundort, in der Gemeinde Hall auf dem nördlichen Gottland, bei ungefähr 50 % von der höchsten P. G. liegt. Die Überreste bestehen aus einigen Nadeln und liegen in einen geschichteten Sand mit Schalen von Ostseemollusken eingebettet.

In demselben Vortrag hebt NATHORST hervor, dass A. ERDMANN bei Enköping — ein Städtchen nahe am Mälarsee — Fichtenreste in einem postglacialen Lehm gefunden, und weist infolge dessen nach, dass die Fichte folglich zur Zeit, wo der Mälarsee ein Busen der Ostsee war, einen Bestandteil der schwedischen Flora bildete.

Bei diesem letzteren bemerkenswerten Funde will ich mich etwas länger aufhalten. Schon im Jahre 1854 (K. V. A. Handl.) hatte v. POST in seinem Aufsatze »Om sandåsen vid Köping i Westmanland« das Vorhandensein eines Schieferthones mit Pflanzenresten in dem Enköpingsåsen besprochen. Durch A. ERDMANN wurde die fragliche Stelle dann einer eingehenden Untersuchung unterzogen und die angetroffenen Pflanzenreste wurden von TH. FRIES bestimmt (Sveriges Geologiska Undersökning: Några ord till upplysning om bladet »Enköping« af O. F. KUGELBERG 1863 und Bidrag till kännedomen om Sveriges Qvartära bildningar 1868 af A. ERDMANN). ERDMANN wies nach, dass der betreffende Lehm ein postglacialer war. Die Pflanzenreste stammten von *Ledum palustre* L., *Quercus Robur* L., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Sparganium* sp., *Gramina* spp., *Pinus silvestris* L., *Picea Abies* (L.) und *Equisetum limosum* L. und kamen zusammen mit Schalen von *Mytilus edulis* vor. Die Fichtenreste bestanden aus Nadeln, Ästen und Zapfen. In meinem Aufsatze »Über Pflanzenreste« u. s. w. hatte ich Gelegenheit, das Resultat der von mir im Frühling 1888 vorgenommenen Untersuchungen über den POST-ERDMANN'schen Fundort mitzuteilen. Von neuen Pflanzenresten fand ich *Zostera marina* L. und *Salix aurita* L. Bei einer nochmaligen Untersuchung des damals eingesammelten Materials habe ich die Flora der fraglichen Stelle durch *Betula verrucosa* Ehrh. vermehren können, von der sich eine Flügelfrucht aufbewahrt findet.

Als ein Minimalalter für die Bildung des pflanzenführenden Lehmes nahm ich den Zeitpunkt an, wo das Wasser der Ostsee 12,5 m höher als heutzutage stand. Wenn man nun, wie DE GEER, die höchste P. G. dieser Gegend zu 50 m anschlägt, wird dies in Procenten von der P. G. 25 %[1]).

Dass das Lager älter ist, dafür spricht Vieles. Da man die gewöhnliche Tiefe derjenigen nahe an den Küsten gelegenen Stellen des Meeresbodens kennt, wo sich Lehm jetzt ablagert, kann man die Ziffer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit um ein paar Procente erhöhen. Nun aber weiß man nicht, in welchem Umfang sich die postglaciale Senkung des Mälarethales mit der spätglacialen Hebung combinierte, d. h. ein wie großer Teil des Landes — wenn es überhaupt ein Teil gewesen —, welcher durch die letztere emporgehoben worden, unter dem salzigen Wasserstrome ertränkt wurde, der nach dem Schlusse der Ancylusperiode über das südliche Skandinavien hereinbrach. Es liegt also eine Möglichkeit vor, dass die fragliche Schicht während der postglacialen Senkung selbst gebildet worden und folglich, als zu einem ihrer ersten Stadien gehörend, ein ziemlich hohes Alter bekommt. Jedenfalls gehört diese Schicht zu einer Periode mit recht verschiedenen Naturverhältnissen im Vergleich mit den heutigen: der Mälarsee ein Busen der Ostsee, die damals, wie es die Überreste von *Zostera* zeigen, welche jetzt nicht weiter als in die Schären Södermanlands geht, etwas salziger als in der Gegenwart gewesen.

Längs der norrländischen Flüsse finden sich, wie früher erwähnt worden, mächtige marine Ablagerungen aus Sand und Lehm, wahrscheinlich aus einer relativ gleichmäßigen Hebungsperiode stammend, die nach dem Maximum der spätglacialen Senkung eingetreten. Die auf einem hohen Niveau liegenden Schichten, die ich am wenigsten untersucht habe, sind jedoch vielleicht von etwas zweifelhaftem Alter, da, wenn die Ancylussenkung des südlichen und mittleren Schweden durch eine Aufdämmung an den Belten verursacht worden, eine Hebung der Wasserfläche des Bottnischen Meerbusens hat stattfinden müssen. Es spricht alles dafür, dass, wenn dies der Fall gewesen, sich das nördliche Schweden verhältnismäßig noch nicht in einem so hohen Grade wie das Land weiter nach Süden hat erheben können, weshalb die Spuren dieser Senkung, wie gesagt, in diesen Gegenden hoch über der heutigen Meeresfläche zu suchen sind. Wenn nun diese Theorie von einer verhältnismäßig continuierlichen Hebung des nördlichen Schwedens richtig ist, können natürlich die Altersbestimmungen von verschiedenen Teilen dieser »Elfsandablagerungen« (Flusssandablagerungen) Werte einer ziemlich exacten Art bekommen. Nachdem man die Höhe des-

---

1) DE GEER, der im Schlusse seines Aufsatzes »Om Skand. nivåf.« des ERDMANN'schen Fundortes erwähnt, hat wahrscheinlich nicht ein 2,5 m mächtiges Kieslager mitgerechnet, von dem das Ausgehen des Lehmes bedeckt wird, bekommt daher 20 %.

jenigen Punktes über dem Meere bestimmt hat, dessen Alter im Verhältnis zu M. G.[1]) und dem heutigen Meeresniveau man wissen will, so hat man die Mächtigkeit der überdeckenden marinen Schichten zu bestimmen. Die Oberfläche der Elfsandablagerungen erweist sich häufig durch ihre Beschaffenheit als auf sehr seichtem Wasser oder in dem Wasserrand selbst gebildet. Selbstverständlich wird es doch immer ein Minimalwert, den man in solcher Weise erhält, denn ehe z. B. ein auf tiefem Wasser gebildeter Lehm von so reichlichen Depositen bedeckt worden, dass diese bis zu der Meeresfläche emporreichen, können Jahrhunderte, ja oft vielleicht Jahrtausende verstreichen. Keine unerhört großen Zeiträume darf man indessen mitrechnen. Die Elfsandablagerungen sind nämlich in ehemaligen Meerbusen gebildet worden, wo das Gewässer, das während der negativen Verschiebung der Strandlinie sie continuierlich ausschneidet, nachdem sie über die Meeresfläche erhoben worden, ihnen ungeheure Quantitäten von Schlamm zuführt.

Da nun Pflanzenreste in diesen Ablagerungen nicht gar selten sind, könnte eine systematische Übersicht von ihrem Auftreten auf verschiedenen Niveaus außerordentlich gute Minimalwerte für die Einwanderung der fraglichen Pflanzen ins nördliche Skandinavien liefern.

Unter diesem Gesichtspunkt nahm ich im Sommer 1889 mit Unterstützung der Königl. Academie der Wissenschaften eine Untersuchung der in einigen Flussthälern Westernorrlands befindlichen losen Ablagerungen vor. Da ich die näheren Ergebnisse dieser Reise bald an anderer Stelle publicieren werde, kann ich die Funde von Fichte, die ich Gelegenheit hatte in diesen Ablagerungen zu machen, hier nur flüchtig berühren.

Zuerst will ich erwähnen, dass Überbleibsel von Fichten zu den häufigsten derjenigen organischen Reste gehören, welche die Flüsse, wie ich fand, nach den Meerbusen hinausführen, in die sie sich ergießen und in denen sich recente Elfsandablagerungen absetzen.

Der höchste Punkt, von dem wir Überreste der Salzwasserfauna kennen, welche während der postglacialen Senkung Südschwedens in die Ostsee eindrang, liegt, wie früher erwähnt worden, auf der Insel Alnön in Medelpad 77 m ü. d. M. Ein paar Funde von Pflanzenresten in Elfsandablagerungen, die höher als dieses Niveau liegen, haben ein so reichliches Material geliefert, dass ein Vergleich mit der in den correspondierenden Bildungen

1) Zu der eigentlichen spätglacialen höchsten marinen Grenze kann man, streng genommen, da die Wirkung der Ancylusperiode nach Norden zu noch nicht bekannt ist, diese Werte vorläufig nicht direct rechnen. Da es indessen, wie ich soeben hervorgehoben, ziemlich wahrscheinlich ist, dass, wenn diese Senkung hier existiert hat, ihre Wirkungen sich an einem ziemlich hohen Niveau nahe bei der M. G. müssen merklich gemacht haben, kann diese auch als der ungefähre höchste Punht der Ancylussenkung bezeichnet werden, wenn man die fraglichen Ziffern eventuell zu derselben rechnen dürfte.

der Jetztzeit befindlichen Flora berechtigt sein kann. Da aber die Fichte in diesen Funden ganz und gar fehlt, dürfte der Schluss kein übereilter sein, dass die Fichte zu einer Zeit, die nicht so besonders weit von derjenigen lag, wo die Ostsee infolge der Einströmung salzigen Wassers durch die Belte ihren Charakter änderte, in den mittleren Teilen der skandinavischen Halbinsel wenigstens nicht dieselbe Rolle wie in der Jetztzeit spielte. Die ältesten Fichtenreste fand ich in der Provinz Medelpad in dem Flussthale der Ljungan und sie rührten von einer Zeit her, wo das Meer wenigstens 45 m höher als heutzutage stand. In Procenten der Hebung ausgedrückt, welche stattfand, nachdem das Bottnische Meer angefangen hatte, salzige Wellen gegen die Küste von Medelpad zu treiben, würde diese Ziffer ungefähr 55—60% entsprechen.

Auf einem niedrigeren Niveau habe ich an mehreren Stellen Nadeln oder Zapfen von Fichte gefunden. Einen solchen Fund, den Herr Docent A. G. Högbom 19 m ü. d. M. an der Umeelf machte, habe ich früher in dem Aufsatze »Über Pflanzenreste etc.« angedeutet.

In einer Abhandlung: »Om de lösa jordaflagringarne i några af Norrlands elfdalar« (Geologiska Föreningens Förhandlingar 1890) hat Dr. T. Fegraeus einige Funde von Pflanzenresten mitgeteilt, die von ihm und einigen anderen Geologen während derjenigen Studien der lockeren Erdablagerungen Westernorrlands gemacht worden, welche »Sveriges Geologiska Undersökning« in den Jahren 1881—1887 veranstaltete. Der Schluss, welchen Fegraeus unter Hinweis auf Nathorst's Untersuchungen über die norrländischen Kalktuffe daraus zieht, dass er an den fraglichen Fundorten keine Fichtenreste angetroffen, aber an ein paar Stellen Kiefernzapfen und Kiefernnadeln nachgewiesen hat, nämlich dass die Flora der Elfsandablagerungen wahrscheinlich aus den Repräsentanten einer Vegetation bestand, die vor der Einwanderung der Fichte existierte oder mit derjenigen gleichartig war, welche, wie A. G. Nathorst nachgewiesen, in diesen Gegenden gegen das Ende derjenigen Zeit vorhanden war, wo der von ihm beschriebene Kalktuff abgelagert wurde, erweist sich also nicht als haltbar.

Die jetzt erwähnten Funde von Fichtenresten sind übrigens die einzigen, welche in marinen Schichten gemacht worden.

Ich gehe nun zu den supramarinen, Pflanzenreste führenden Bildungen über.

Die wichtigsten unter diesen sind Torfmoore, Schwemmsand und Schwemmlehme nebst Kalktuffen.

Was die skandinavischen Torfmoore betrifft, giebt es gegenwärtig nicht so wenige Notizen über ihren Bau aus einer Menge verschiedener Punkte, aber leider noch nicht in einer annäherungsweise wünschenswerten Menge oder in einem einigermaßen befriedigenden Umfange. Die großartigen Aufschlüsse aus verschiedenen Gesichtspunkten, die wir Steen-

strup, von Post und Blytt verdanken, sind noch nicht über größere Gebiete verfolgt worden.

Große Schwierigkeiten bieten sich deshalb dar, wenn man einen Überblick über die Zusammensetzung der skandinavischen Torfmoore geben soll, um die Bedeutung der in denselben gemachten Fichtenfunde verständlich zu machen. Ich muss indes einen solchen Versuch wagen, um klarzulegen, in welchem Sinne ich die Ausdrücke auffasse, die bei den nachfolgenden speciellen Angaben über die Torfmoore zur Anwendung kommen werden.

Aus welchen Bergarten sind die Torfmoore zusammengesetzt? wie sind diese Bergarten gebildet? in welcher Ordnung treten sie auf? und welche Aufschlüsse liefern sie über die Geschichte des organischen Lebens während ihrer Bildungszeit? Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir die Petrographie, die Stratigraphie und die Paläontologie der Torfmoore erörtern.

Die Bergarten der Torfmoore sind organogenen Ursprungs. Liegt das Torfmoor in einem Becken, das während irgend eines Stadiums der Ausbildung des Moores von offenem Wasser eingenommen wurde, so findet sich häufig aus dieser Zeit eine Ablagerung von Schlamm (gyttja) oder Moor (dy). Nach der Umgrenzung, welche Hampus v. Post[1]) diesen beiden Begriffen gegeben, ist Schlamm diejenige Bodenart, welche unter einem offenen, klaren, farblosen, von Humusstoffen freien Wasser abgelagert worden und hauptsächlich aus den Excrementen der Wassertiere und aus Diatomaceen gebildet ist, Moor dagegen diejenige Bodenart, die zwar auch unter Wasser mit offener Oberfläche abgelagert worden, aber durch Humusstoffe braungefärbt ist und hauptsächlich aus Wassertierexcrementen, Humusstoffen und Überresten von Entomostraceen und Acariden besteht.

Diese beiden Bergarten sind jedoch meist nur von einer untergeordneten Bedeutung im Vergleich zu einer anderen von mehr rein phytogener Natur, die nicht selten die Torfmoore ganz allein erfüllt und ihnen daher ihren Namen gegeben. Dies ist der Torf. Derselbe ist aus gewissen, am häufigsten auf versumpftem Boden vorkommenden Pflanzenformationen gebildet, von denen continuierlich die abgestorbenen Pflanzenteile in großer Menge und in fast unvermodertem Zustande von frischen Sprossen und Wurzeln oder von neuen Individuen überdeckt werden. Diese Pflanzenteile, in denen der Verkohlungsvorgang, der den Torf einst in Braunkohle, diese in Steinkohle verwandelt, worauf die Serie vielleicht in Anthracit

1) Samlingar och Underrättelser för Landthushållare i Vestmanland, sjette Årgangen, 1855. p. 169 ff., und Studier öfver Nutidens koprogena jordbildningar, gyttja, dy, torf och mylla, K. Sv. V.-Akad. Handl. Band 4. No. 1. 1862. — Eine deutsche Bearbeitung der letztgenannten bemerkenswerten Arbeit liegt vor in E. Raman, Die v. Post'schen Arbeiten über Schlamm, Moor, Torf und Humus (Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. XVII. 1888. Heft. 2 u. 3).

culminiert, äußerst langsam vorschreitet, sind am häufigsten in eine moorartige Masse von Humusstoffen und Kot eingebettet.

An einer auf wissenschaftliche Gründe gestützten Einteilung der Torfarten fehlt es uns leider noch immer. Allmählich ist freilich von verschiedenen Verfassern eine Menge verschiedener Fachwörter eingeführt worden, um einige nach gewissen Gesichtspunkten differierende Arten von Torf zu unterscheiden; aber gewöhnlich ist der Sinn dieser Benennungen sehr schwankend, und völlig systematisch sind die unternommenen Einteilungsversuche niemals durchgeführt worden. Will man eine für einen streng wissenschaftlichen Standpunkt befriedigende und nicht nur zu praktischen Zwecken anwendbare Einteilung gewinnen, so muss man für dieselbe — in Übereinstimmung mit der geologischen Anschauungsweise der Gegenwart — einen genetischen Einteilungsgrund gebrauchen. Am besten eigneten sich hierfür nach meiner Ansicht diejenigen Pflanzenformationen, deren abgestorbene Constituenten sich in den einander folgenden Zeitabschnitten als Torf abgelagert haben. Eine solche Einteilung kann jedoch noch nicht streng durchgeführt werden. Man kann kaum sagen, welche von den besonderen Formationen wirklich Torf bilden; und die feuchten Formationen, unter denen sich ohne allen Zweifel die Hauptmasse der torfbildenden Pflanzengesellschaften befindet, sind noch zu wenig erforscht, um als Grund dienen zu können. Als eine provisorische Einteilung für diese Abhandlung wird deshalb die folgende vorgeschlagen, die sich auf die Vegetationsformen gründet, deren Reste das Hauptcontingent der bezüglichen Torfarten liefern:

A. Grastorf, gebildet aus Grasrhizomen und -wurzeln mit mehr oder weniger gut erhaltenen Resten der oberirdischen Teile.

Die beiden wichtigsten Unterabteilungen sind:

a. *Phragmites*-Torf (vergl. Über Pflr. Bot. Centralbl. 1890); besteht aus Rhizomen, Wurzeln und spärlichen anderen Teilen von *Phragmites communis* Trin.; in frischem Zustande gelbbraun; wird infraaquatisch[1]) gebildet aus der *Phragmites communis*-Formation, die in offenem, seichtem, stillem Wasser längs der Ufer häufig ist und die außer häufigem Schilfrohre gewöhnlich auch aus einzelnen dünngesäeten *Scirpus lacustris* L., *Equisetum limosum* L. u. s. w. besteht; die Stengel sind unter der Wasserfläche von verschiedenen Chlorophyllophyceen überkleidet.

b. *Carex*-Torf. Besteht aus Wurzeln, Rhizomen und Blattscheidenresten von verschiedenen *Carices*; ist in frischem Zustande schwarz oder schwarzbraun. Die Formation, aus welcher heutzutage — wenigstens im mittleren Schweden — der meiste *Carex*-Torf

1) Die Einteilung des Torfes in einen infra- und einen supraaquatischen rührt von Lesquereux her.

hervorgeht, ist die häufig an Gestaden vorkommende, die aus *Carices distigmaticae*, meistens aus *C. stricta* Good. gebildet wird[1]. Aus dieser Formation entsteht jedoch gewöhnlich kein mächtiges Torflager — es wird dieses zum größten Teile infraaquatisch gebildet — da die Centra der kleinen Inseln, in die sich die *Carex*rasen zusammenschließen, häufig von Sphagnen überwachsen werden und die Riedgrassprosse sich nur peripherisch vermehren können. Es giebt »Kärr«, in denen die Moose fehlen, die aber mit reichlichen oder häufigen Riedgräsern bewachsen sind. Aus ihnen geht ein Torf hervor, der aus *C. ampullacea* Good., *C. Chordorrhiza* Ehrh. u. s. w. besteht; derselbe scheint aber wenig mächtig und sehr stark mit Moor vermischt zu werden. Die Torfschicht, welche sozusagen die Schwarte der an *Carices* reichen Kärrängar (Sumpfwiesen) bildet, scheint allmählich zum größten Teile in Humus verwandelt zu werden.

B. Moostorf. Die Hauptmasse aus Moosen gebildet, gewöhnlich mit eingewebten Wurzeln und Rhizomen von verschiedenen Phanerogamen. Fast ohne Ausnahme supraaquatisch gebildet.

a. *Sphagnum*-Torf, aus Sphagnaceen, folglich aus denjenigen Formationen gebildet, welche Sphagneta (Moore) genannt werden. Wenn derselbe aus Sph. myrtillosa entstanden ist, so bilden am häufigsten *Sph. nemoreum* Scop. und *Sph. palustria* die Hauptmasse; ein aus *Sph. cuspidatum* G. F. Hoffm. bestehender Torf rührt von Sph. caricifera u. s. w. her.

b. *Amblystegium*-Torf, aus Moosen zusammengesetzt, die zu der *Amblystegium*form Hult's[2] gehören. Reste von *Carices* u. s. w. häufig. Dieser Torf wird von den moosreichen »Kärr« gebildet. Besonders wichtige Torfbildner sind *Amblystegium fluitans* (L.) de N. und *A. cordifolium* (Hedw.) de N.

Diese Arten von Torf, unter denen natürlich Übergänge keineswegs fehlen, scheinen in den Torfmooren der skandinavischen Waldregionen die häufigsten zu sein[3]. Wie es sich in dem übrigen Europa verhält, wage ich

---

1) Vergl. Kerner, Das Pflanzenleben der Donauländer.

2) Laubmoose mit spärlich und unregelmäßig ästigen Sprossen mit hervorstehenden Ästen, die meistens schlaff sind und verschlungene Teppiche bilden. Hult, Försök till en anal. behandl. af växtform. p. 60.

3) Einige Torfarten, die aus den Formationen des trockenen Bodens hervorgegangen sind, habe ich in diesem Schema nicht mitgenommen. Aus Ericeta geht häufig ein bis zu ein paar Decimeter mächtiger Torf hervor, der hauptsächlich aus den Wurzeln des Haiderichs und aus Myceliumfäden gebildet ist. Ein solcher Torf wird z. B. von Müller aus Dänemark (P. E. Müller, Studier over Skovjord. I. Om Bøgemuld og Bøgemor paa Sand og Ler. Tidskrift for Skovbrug. Bd. III. 1878) und von Grisebach aus den Emsmooren (Die Bildung des Torfs in den Emsmooren 1845) und von Holst aus den Roslagsscheeren (S. G. U. Ser. Aa. 97 Svartklubben) erwähnt.

Das mächtigste Lager dieses Haiderich-Torfes, das ich in Schweden beobachtet habe, findet sich in Hafdhem auf Gottland, wo in einem alten Kiefernwalde mit

nicht zu sagen. Oberhalb der Waldgrenze im nördlichen Europa und in den arktischen Gegenden wird der Torf in großer Ausdehnung auch aus anderen Pflanzenformen gebildet. So z. B. sagt Warming[1]), dass auf Grönland *Pohlia nutans* (Schreb.), und Kihlman[2]), dass auf den Tundren des russischen Lappland *Dicranum elongatum* Schleich u. A. ein mehr oder weniger mächtiges Torflager bilden.

Schon früher ist hervorgehoben worden, dass die meisten Torfmoore Skandinaviens während ihrer Entwickelung nach der Eiszeit sehr durchgreifende Veränderungen erlitten haben müssen. Es ist, wie schon früher gesagt, sehr wahrscheinlich, dass, wie Blytt annimmt, Perioden mit insularischem und solche mit continentalem Klima abwechselten. Entsprechend der Zahl der in den norwegischen Torfmooren befindlichen Strunk- und Torfschichten stellt Blytt das bekannte Schema mit folgenden Perioden auf: die arktische, die boreale und die subboreale Periode mit trockenem und vor und nach der letztgenannten die atlantische und die subatlantische mit feuchtem Klima. Zwischen die arktische und die boreale Zeit schaltet er also die subarktische ein, die nicht weniger als drei Perioden umfassen sollte, von denen die mittlere sich durch ein continentales, die erste und die letzte sich durch ein insularisches Klima auszeichnen sollten.

Die Grundlage dieses von Blytt aufgestellten Systemes bildet folgende Annahme: Wenn dieselben Niederschlagsverhältnisse während der ganzen postglacialen Zeit geherrscht haben, so könnte der Wechsel von Resten von Wäldern und hydrophilen Formationen, wie sie die Torfmoorbecken aufzuweisen haben, nur in solchen Becken stattfinden, wo sich eigentümliche Verhältnisse der Dränierung nachweisen lassen; aber gerade ein Wechsel trockener und feuchter Perioden muss in nicht allzu nassen und tiefen Sümpfen eine derartige alternierende Schichtenfolge herbeiführen. Diese Annahme muss aber jedem, der sich mit Torfmoorstudien beschäftigt hat, äußerst plausibel vorkommen.

Wäre indes die Theorie Blytt's völlig richtig, so sollte man, wie vielfach eingewendet wird, in unseren Torfmooren immer 3 Strunkschichten in der Torfmasse eingebettet finden; es sind aber Ausnahmen davon in großer Menge angetroffen worden. Diesen Einwurf will ich in größter Kürze zu widerlegen und die in diesem Falle gewöhnlichen Anomalien zu erklären versuchen.

Haiderichunterwuchs die aus Ostseesand gebildete Unterlage mit einem solchen 30 cm tiefen Torfe überdeckt war.

Auf Grönland tritt nach Holst (S. G. U. Ser. C. Reseberättelse om en år 1880 i geologiskt syfte företagen resa till Grönland af N. O. Holst) *Empetrum* torfbildend auf, ebenso in Russisch Lappland (Kihlman Pflb. St. aus Russ.-Lappl. p. 7).

1) Om Grönlands Vegetation. Meddelelser om Grönland XII. Kbhn 1888.

2) Pflb. St. aus Russ. Lappl.

Wenn für ein Torfmoor mehr als drei Strunkschichten angegeben werden, so kann dies fast immer seinen Grund darin haben, dass man eine und dieselbe Strunkschicht, wo ein paar Strünke über einander gestanden, zerteilt hat [1]).

Sind weniger als drei Schichten von Strünken vorhanden, kann man die Ursache dazu in vielen Umständen suchen. Vor allem kann das Torfmoorbecken wenig über der Meeresfläche gelegen haben oder vielleicht erst spät darüber gehoben worden sein; dadurch wäre ganz einfach das Auftreten aller derjenigen Schichten unmöglich geworden, die ausgebildet worden wären, wenn es während der ganzen postglacialen Zeit außer dem Bereiche der Meeresfluten gelegen hätte.

Ferner brauchen die trockenen Perioden nicht immer einen Wald auf der Oberfläche des Torfmoores hervorgerufen zu haben. War diese sehr sumpfig, so konnte z. B. der Zuwachs des Torfes einfach aufhören oder es konnten sich andere — dann mehr xerophile — torfbildende Pflanzenformen einstellen. Dieser Umstand erschwert eben die generelle Deutung der Topographie der Torfmoore, weil für jedes einzelne Torfmoorbecken eine detaillierte Untersuchung der verschiedenen Dränierungsverhältnisse notwendig wird, welche, wie man annehmen kann, während der verschiedenen Epochen seiner Entwickelung geherrscht haben.

Man weiß bisher sehr wenig über die Stärke, mit welcher die Blyttschen Perioden auf die verschiedenen Teile des nördlichen Europas haben wirken können. Dass Unterschiede in dieser Hinsicht existiert haben müssen, davon zeugt ein besonders merkwürdiger Umstand. Während nämlich die norwegischen und die meisten schwedischen Torfmoore nördlich von Schonen, soweit sie genauer untersucht worden sind, sich als äußerst reich an im Torfe wurzelnden Strünken erwiesen haben, sind dagegen diejenigen Dänemarks und Schonens mit derartigen Pflanzenresten nur sehr dürftig ausgestattet. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die Niederschläge im Laufe der Zeit in den südöstlichen Teilen Skandinaviens sich niemals so stark verändert haben als in den übrigen.

Indes lässt sich die Schichtenfolge, welche Steenstrup aus mehr rein paläontologischen Gründen für dieses Gebiet nachgewiesen, sehr wohl mit der auf mehr stratigraphische Gründe gebauten Schichtenfolge, die Blytt für Norwegen erhalten hat, in Einklang bringen.

Steenstrup unterscheidet bekanntlich 4 verschiedene Torfschichten nach den Resten verschiedener Baumarten: *Populus tremula* nebst *Betula odorata*, *Pinus silvestris*, *Quercus sessiliflora* und *Alnus glutinosa*. Wie aber Blytt hervorhebt, erhellt aus der musterhaften Beschreibung des dänischen Forschers, dass gerade zwischen diesen Torfschichten Strünke nicht selten

---

1) Wie dieses gewöhnliche Phänomen entsteht, kann man z. B. bei Blytt, Über die Theorie etc., Engler's Bot. Jahrb. Bd. II. p. 14 sehen.

angetroffen worden. Und damit liegt es nahe, mit Blytt diese oder auch die Unterbrechung der Torfbildung, die die plötzlichen Contacte herbeigeführt hat, als die Repräsentanten der drei continentalen und die Torfschichten als Repräsentanten der vier insularischen Perioden zu betrachten. Die von Gunnar Andersson in Schonen ausgeführten Torfmooruntersuchungen scheinen mir auch ohne größere Schwierigkeit das Blytt'sche Schema zu bestätigen. Es ist jedoch zu bemerken, dass Andersson in gewissen Mooren, insbesondere in dem Moore von Södra Wallösa, wie es scheint, einen continuierlichen, die ganze postglaciale Zeit hindurch fortgehenden Zuwachs des Torfes gefunden hat; und ein Versuch, die Dreiteilung der subarktischen Zeit auch hier durchzuführen, stößt auf sehr große Schwierigkeiten.

Für die Stratigraphie und Paläontologie der skandinavischen Torfmoore schließe ich mich also in der Hauptsache jener schematischen Übersicht an, die Blytt in dieser Zeitschrift (1881, S. 20—21) mitgeteilt hat.

Stützt man sich auf die von Steenstrup für Dänemark und von Elias Fries (Hornschuch's Archiv skandinavischer Beiträge III, 1) für Schweden gefundene, früher erwähnte Lagerfolge, so hat man für die Entwickelungsgeschichte der skandinavischen Vegetation folgende Perioden: die Espen-, Kiefern-, Eichen-, Erlen- und Buchenperiode. Durch Nathorst's epochemachende Funde von arktischen Pflanzenresten in den Torfmooren Schonens und Seelands sind diese Perioden durch noch eine, die *Dryas*-periode, vermehrt worden.

Von diesen Perioden entspricht die Dryasperiode etwa der arktischen Periode Blytt's, die Espenperiode dem ersten subarktischen Zeitabschnitte, die Kiefernperiode den beiden letzten, die Eichenperiode dem borealen, dem atlantischen und wahrscheinlich auch einem Teile des subborealen Zeitabschnittes. Die Erlen- und die Buchenperiode würden die Zeit von irgend einem Teile der subborealen Periode an bis zur Jetztzeit umfassen.

Indessen ist eine Generalisierung dieser Steenstrup'schen Perioden für größere Gebiete Schwedens nicht völlig zweckmäßig. Als Localausdrücke für das südwestliche Skandinavien dürften sie jedoch mit großem Vorteil beibehalten werden können.

Es bleibt uns nun übrig, das absolute oder relative Alter zu bestimmen für die oben geschilderten Schichten der skandinavischen Torfmoore.

Nach Blytt's bekannter Entwickelung der von Croll und Wallace aufgestellten Theorie über den periodischen Einfluss der abwechselnden Präcession der Äquinoctien auf das Klima sollen seine Perioden gerade diesem Präcessionswechsel entsprechen und haben folglich jede eine Länge von 10500 Jahren; allein es dürfte noch verfrüht sein, über die Richtigkeit dieses Teiles seiner Hypothese in betreff des Wechsels im postglacialen Klima des nördlichen Europa zu urteilen. Wenn es also auch vorläufig noch nicht möglich ist, den Blytt'schen Perioden absolute Zeitwerte beizulegen, so bleibt doch immer noch die Möglichkeit, denselben relative Zeitwerte zu

geben, indem man nämlich ihren Verlauf auf gewisse geologische Phänomene zurückzuführen sucht. Am geeignetsten in dieser Hinsicht sind meiner Meinung nach die quartären Niveauveränderungen. Zunächst kann man der wichtigen Frage, bei welcher von den Blytt'schen Perioden diese oder jene Niveauveränderung in ein gewisses Stadium eintrat, natürlich dadurch näher treten, dass man diejenigen Torfmoore untersucht, welche von solchen Bildungen unterlagert oder überlagert sind, die, wie man mit Sicherheit weiß, zu einem solchen bestimmten Stadium gehören oder auch auf einem gewissen Niveau liegen, dessen Verhältnisse während der verschiedenen Niveauveränderungen man ziemlich genau kennt.

Von diesem Gesichtspunkte aus hat Blytt seine Torfmooruntersuchungen im südöstlichen Norwegen gemacht. Er nimmt an, eine ziemlich gleichmäßige Hebung der ganzen norwegischen Küste habe seit der Eiszeit ununterbrochen stattgefunden. Oberhalb 350 Fuß über der heutigen Meeresfläche hat Blytt unter der Strunkschicht, welche er als eine boreale bezeichnet, immer eine subarktische Torfschicht gefunden. Er glaubt daher, dass die boreale Periode angefangen, als das südliche Norwegen ungefähr 350 Fuß niedriger als heutzutage lag. Weil diese boreale Strunkschicht in Torfmooren angetroffen wird, die nur 150 Fuß über dem Meere, aber nicht niedriger liegen, so ist er der Ansicht, dass die atlantische Periode angefangen, nachdem die Hebung des Landes diesen Punkt erreicht hatte. Während derselben erhob sich das Land um 100 Fuß, so dass, als die subboreale Periode anfing, das südliche Norwegen nur 50 Fuß niedriger als jetzt lag. Die während dieser Zeit stattgefundene Hebung wäre 20 Fuß gewesen, weshalb auf die subatlantische Periode und auf den verstrichenen Zeitraum der heutigen trockenen Epoche eine Hebung von 30 Fuß kommen würde.

Wie sich diese Verhältnisse in dem übrigen Teile Skandinaviens gestaltet haben, hat man noch nicht zu bestimmen versucht.

Einige mehr oder weniger fragmentarische Beiträge zu dieser wichtigen Frage werden im Folgenden geliefert werden.

Dass auch, nachdem sich das Land ein gutes Stück aus dem spätglacialen Meere erhoben, eine arktische Flora geherrscht hat, kann durch Nathorst's Untersuchung über den Kalktuff bei Rangilstorp in Östergötland als recht wahrscheinlich betrachtet werden[1]. In demselben fand er nebst subglacialen Formen, z. B. *Pinus silvestris* L., auch Überreste von *Dryas octopetala* L. und *Betula nana* L. Nun liegt aber der Fundort nur etwa 90 m über dem Meere, und die höchste spätglaciale M. G. dieser Gegend beträgt ungefähr 150 m. Somit deutet dies darauf hin, dass, da eine Glacialflora noch immer, nachdem sich das Meer wenigstens 60 m gesenkt

[1]) A. G. Nathorst, Om lemningar af *Dryas octopetala* L. i kalktuff vid Rangilstorp nära Vadstena. Öfversigt af K. V.-A. Förhandl. 1886. Nr. 8.

hatte, in der Form nicht unbedeutender Relicten in der Waldflora vertreten war, die Glacialflora als eine ungemischte noch hat vorhanden sein müssen, nachdem sich schon das Land ein ziemlich gutes Stück aus dem spätglacialen Meere erhoben hatte.

Das geht auch aus den Funden hervor, welche ich im vorigen Sommer auf Gottland machte. Diese ganze Insel war unter das spätglaciale Meer versunken, das also dort wenigstens 78 m höher als das heutige gestanden. 28,3 m über dem Meere fand ich unter einem 3—4 m mächtigen Ancyluswalle eine Wiesenkalk- und Torfbildung und in jener Blätter von *Dryas octopetala* L., *Betula nana* L. u. s. w. nebst subglacialen Formen, wie z. B. *Betula odorata* Bechst. und *Populus tremula* L., welche den Eintritt des ersten Teiles der subarktischen Periode Blytt's andeuten.

Dieser Strandwall wies in der fraglichen Gegend (Fröjel auf dem mittleren Teile der Insel) das Maximum der Ausdehnung des Ancylusmeeres auf. Gestützt auf meine Studien über die in dem Torflager vorkommenden Pflanzenreste, sowie auch auf andere Umstände[1]), glaube ich aussprechen zu können, dass der Ancyluswall nicht früher aufgeworfen wurde, als die trockene, mittlere Periode der subarktischen Zeit Blytt's eingetreten oder verflossen war. Oberhalb einer mehr flachen Strecke desselben Strandwaldes breitete sich einige hundert Meter nördlich von dem Orte, wo die fraglichen Süßwasserablagerungen gefunden worden, eine mächtige, von einer Wiesenvegetation bedeckte Wiesenkalkablagerung aus. Es fanden sich zwei Zonen von ziemlich ansehnlichen Kiefernstrünken in diesen Wiesenkalk eingeschichtet. Der Wiesenkalk, der spärlich mit kleinen Kalktuffpartien vermischt war, war offenbar durch eine Ablagerung der Quelladern gebildet worden, die aus den Kalkfelsen kamen, an deren Fuße der Ancyluswall aufgeworfen worden war. Es liegt unstreitig sehr nahe, die drei bezüglichen Reihen von Wiesenkalkbildungen in Zusammenhang zu bringen mit derjenigen Zunahme an Wassermenge, der die Kalkfelsen durchsickernden Quelladern, welche die drei insularischen Perioden Blytt's — seine letzte subarktische, seine atlantische und seine subatlantische — herbeiführen mussten. Ganz ungesucht treten dann die zwei Strunkschichten als Denkmäler des Versiegens der Quelladern hervor, das die borealen und subborealen Zeitabschnitte bewirken mussten. Während des trockenen Klimas der Jetztzeit hat die Absetzung von Wiesenkalk an diesem Orte völlig aufgehört.

Zu welchem Zeitpunkte nun hatte die postglaciale Senkung ihr Maximum erreicht?

In der Umgegend von Upsala ist die P. G. etwas unter 50 m. Die Bodenschicht eines hiesigen Torfmoores, dessen höchster Punkt mehr als

---

1) Auf die Gründe hierzu werde ich in einem folgenden Aufsatze näher zurückkommen.

38 m ü. d. M. liegt, besteht aus einem marinen Schlamme mit Schalen von baltischen Mollusken. Wegen der Zusammensetzung dieses Moores und der daselbst herrschenden Terrainverhältnisse habe ich[1]) hervorgehoben, dass die atlantische Periode Blytt's wahrscheinlich herrschte, als das postglaciale Meer in Upland ungefähr 36 m höher stand als heutzutage. Für diese Ansicht habe ich während der letzten Jahre immer mehr Beweise erhalten. Ich wage nun auch meine Behauptung dahin zu verallgemeinern, dass die boreale Periode verstrichen war, als das postglaciale Meer schon das Maximum seiner Verbreitung erreicht hatte. In keinem Torfmoore unter dieser Grenze habe ich nämlich ältere als atlantische Schichten gefunden.

An einer anderen Stelle in Upland, in der Gemeinde Långhundra, liegt ein kleineres Torfmoor auf einem mit Nadelholz bewachsenen, von Moränen bedeckten Gebirgsplateau. Das Becken hat sich niemals einen Abfluss durch die zwar niedrigen, aber zu einem ununterbrochenen Ringwall zusammengeschlossenen, fest gepackten Moränenhügel verschaffen können. Die Schicht von groben — bis zu 1 m dicken — Eichen- und Birkenstrünken, die sich in der Torfmasse findet, deutet also auf eine trockene Periode hin. Da das Torfmoor bei ungefähr 60% von der P. G. liegt, muss diese Periode die subboreale Periode Blytt's sein. Der obenliegende etwa einen Meter tiefe *Amblystegium*torf wird subatlantisch und die einen oder einige Decimeter mächtige Torfmasse, welche unter den Strünken den Bodenkies oder da, wo das Gestein an den Tag tritt, eine dünne Schicht von scharfeckigem, aus demselben durch ätzende Humussäuren entstandenen Kies bedeckt, repräsentiert folglich den letzten Teil der atlantischen Periode Blytt's.

Nahe bei Ystad im südlichsten Schonen giebt es nach Gunnar Andersson[2]) ein Torfmoor, in dessen Tiefe Schalen von Ostseemuscheln angetroffen werden. In der Masse desselben findet sich an den meisten Stellen in einer Tiefe von 0,5 m unter der Oberfläche eine deutliche Strunkschicht — die einzige der ganzen Torfmasse — aus Erlen, die an einigen Stellen mit knotigen Kiefernstrünken vermischt ist. Ich meinesteils kann diese Strunkschicht nur als die in dem Zuwachse des atlantischen Torfes eingetretene Unterbrechung erklären, die das continentale Klima der subborealen Zeit herbeiführen musste. Das Vorhandensein irgend einer Schicht in den untersten Teilen des Torfmoores, der man ein höheres Alter als der atlantischen beilegen könnte, wird in keiner Weise durch die detaillierte Beschreibung Andersson's angedeutet.

In »Botaniska Notiser« 1889 erwähnt Arnell, dass man in Ångermanland in einem nahe bei Hernösand gelegenen Torfmoore Nüsse von dem jetzt nur an einigen wenigen Stellen in dieser Provinz als Relict vorkommenden Haselstrauch gefunden. Im Sommer 1889 besuchte ich den

---

1) Über Pflr. in mar. Bild. Skand.

2) St. ö sk. torfm. p. 15—18.

fraglichen Platz, Timmermossen in der Gemeinde Näs. Es war ein kleineres Moor mit einer ähnlichen Begrenzung, wie diejenige des Moores von Långhundra ist. Der Wald rings um dasselbe bestand aus Fichten. Die eine Hälfte des ungefähr 8 Tonnen Landes umfassenden Moores wurde von einem Pinetum sphagnosum eingenommen, das nach der Mitte hin in Sphagneta überging, die andere Hälfte war angebaut. Die Bodenschicht bestand teils aus Lehm, teils aus Sand. Der Torf war ungefähr 2 m mächtig; inmitten seiner Masse war eine Strunkschicht von Strünken von *Pinus sylvestris* L., *Alnus incana* (L.) Willd. und *Betula odorata* Bechst. (wahrscheinlich auch von *Corylus Avellana* L.) vorhanden. Rings um diese Strünke und wenig oberhalb derselben lagen in dem Torfe reichliche, gut ausgebildete Haselnüsse. Timmermossen liegt in der Nähe der P. G. Die Strünke und die Haselreste rühren meiner Ansicht nach von dem durch die feuchte subatlantische Zeit bewirkten Abschluss der subborealen her; den untersten Torf deute ich als einen atlantischen.

In Medelpad sah ich bei Fjäl ein kleines, in einer Moränkies-Depression gelegenes Moor, dessen Ränder niemals von einem natürlichen Abflusse durchbrochen zu sein schienen, und in welchem eine Strunkschicht angewurzelt war. Das überdeckende Torflager bestand aus *Sphagnum*torf und war mit einem Pinetum sphagnosum bewachsen. Der Platz lag bei mehr als 50 % von der P. G., aber nicht höher.

Auf Gottland hatte ich vorigen Sommer Gelegenheit, mehrere bei der P. G. liegenden Torfmoore zu untersuchen. Sie zeichneten sich sämtlich durch eine Strunkschicht aus, die z. B. über *Phragmites*torf lag und von irgend einer anderen Art von Grastorf überlagert war.

Die Torfschichten, welche auf Gottland unter den obersten marinen, postglacialen Strandwällen liegen, sind gewöhnlich in seichten Depressionen abgelagert worden, weshalb die unbedeutenden Torfschichten, welche sich während insularischer Perioden ablagerten, einer Umwandlung in Humus ausgesetzt waren, als die trockenen Perioden die Sumpfstellen in xerophile Formationen verwandelten. Die Pflanzenreste deuten häufig darauf hin, dass wenigstens ein Teil des Torfes zu der Eichenzeit gehört; und es wird dann wohl am richtigsten sein, mit Rücksicht auf die atlantischen Schichten der jüngeren Torfmoore die Bildung der obersten Schichten in den Beginn der atlantischen Periode zu verlegen.

Aus den soeben mitgeteilten Thatsachen dürfte hervorgehen:

1. dass das Maximum der spätglacialen Senkung in die arktische Periode fiel und dass während dieser ein nicht unbedeutender Teil der spätglacialen Hebung stattfand;

2. dass das Maximum der Ancylussenkung wahrscheinlich in die letzte — insularische — subarktische Periode fiel;

3. dass das Maximum der postglacialen Senkung in die Zeit nach dem Beginn der atlantischen Periode gehört, in

welche wenigstens die Hälfte der postglacialen Hebung fällt.

Gegen diese Auffassung von dem Abschluss der borealen Periode vor dem Maximum der postglacialen Senkung scheint eine Angabe von JEJA ROOS[1]) zu sprechen. In einem Torfmoorgebiet in Ilmola (Österbotten) ruht nach seiner Angabe der Torf mit einer in seine Masse eingebetteten Strunkschicht auf einer anderen, die in der Unterlage gewurzelt ist. Der Platz soll 130—140 Fuß über dem Meere liegen und muss folglich — obgleich dieses bei unserer geringen Kenntnis von den quartären Niveauveränderungen Finnlands nicht völlig sicher sein dürfte — unterhalb der P. G. liegen. Nun aber erwähnt Roos nichts von der Grenze des Torfmoorgebietes, den Drainierungsverhältnissen desselben u. s. w. Es liegt eine Möglichkeit vor, dass, wie ich auf Gottland beobachtet habe, die Grenze der respectiven Becken nach irgend einer Richtung hin von postglacialen Strandwällen gebildet worden. In dieser Weise hat eine waldige Gegend während der atlantischen Zeit zu einem Torfmoorbecken aufgedämmt werden können, so dass die Strünke der Bodenschicht gar nicht von einem borealen Alter zu sein brauchen, sondern vielleicht Überreste dieses atlantischen Waldes sind.

In Dänemark wusste man längst, dass sich Überreste von Nadelbäumen in großen Massen in den Torfmooren begraben fanden. Nebst der reichlich auftretenden Kiefer wurde auch die Fichte als dort vorkommend angegeben. Als der Bau der dänischen Torfmoore vor einem halben Jahrhundert durch die klassischen Untersuchungen von J. STEENSTRUP[2]) klargelegt wurde, stellte sich heraus, dass letztere Angaben völlig grundlos waren und dass die Kiefer der einzige der waldbildenden Nadelbäume war, der einen Bestandteil der Vegetation Dänemarks gebildet hatte.

Für Schweden liegen auch mehrere Angaben über das Vorkommen von Fichtenresten in den Torfmooren des Landes vor. Dass man diesen Angaben gegenüber auch hier eine große kritische Schärfe beobachten muss, ist von GUNNAR ANDERSSON[3]) besonders hervorgehoben worden, der vergebens nach Fichtenresten suchte bei seinen umfassenden und interessanten Studien über die durch ihre Zusammensetzung in allen wesentlichen Punkten mit den dänischen übereinstimmenden und auch an Resten von *Pinus sylvestris* reichen Torfmoore Schonens[4]).

1) Torfmosse undersökningar i mellersta Finland (Geografiska föreningens tidskrift, andra årgången, Helsingfors 1890).

2) Geognostisk-geologisk Undersøgelse af Skovmoserne Vidnesdam og Lillemose i det nordlige Sjelland. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskablige og Mathematiske Afhandlingar. Niende Deel 1842.

3) Torfmossarnes bidrag till kännedomen om Skandinaviens växtgeografi, Svenska Mosskultur-Föreningens Tidskrift. Jönköping 1890.

4) Studier öfver torfmossar i södra Skåne. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 15. Afd. III. 1889.

Andersson betont ferner, dass, wenn Reste von diesem Baume wirklich in unseren Torfmooren entdeckt werden sollten, sie nur in den allerjüngsten Teilen der Moore liegen könnten.

Dieser Schluss ist jedoch ein etwas übereilter. A priori hat man das Recht, das Vorhandensein von Fichtenresten in ziemlich alten Torfmoorschichten anzunehmen, da ja die Fichte, wie nachgewiesen worden, in längst verflossenen Zeiten mit ziemlich veränderten Niveauverhältnissen Spuren ihres Daseins in den Salzwasserablagerungen gelassen, welche das Baltische Meer nach seiner postglacialen Transgression zurückgelassen. Ich will dies im Folgenden nachzuweisen suchen.

Die Angaben über subfossile Fichtenüberreste, welche in der Litteratur über den Bau der skandinavischen Torfmoore vorliegen, wo aber die Frage aus einem mehr oder weniger exclusiv ökonomisch-praktischen Gesichtspunkte behandelt wird, müssen wegen der mehr oberflächlichen Weise, in welcher die rein wissenschaftliche, und zwar besonders die phytopaläontologische Seite in dieser Litteratur aus natürlichen Gründen häufig behandelt wird, hier ganz und gar unberücksichtigt bleiben.

Wichtiger sind dagegen diejenigen Angaben über Fichtenfunde in unseren Torfmooren, welche in den Publicationen von »Sveriges Geologiska Undersökning« und in denjenigen von »Finlands Geologiska Undersökning« häufig mitgeteilt werden, obgleich es leider nicht zu dem Arbeitsplan dieser Institutionen gehört, in den Kartenblattbeschreibungen — d. i. denjenigen dieser Publicationen, wo die meisten Notizen über die Torfmoore zu finden sind — detaillierte Untersuchungen über dieselben zu liefern. Die einzelnen Niveaus in dem Torfe, in denen man Pflanzenteile antrifft, werden gewöhnlich ebensowenig erwähnt, wie im Allgemeinen die Dränierungsverhältnisse der bezüglichen Torfmoorbecken, ihre Höhe über dem Meere u. a., was für die Altersbestimmungen von dem äußersten Wert ist. Aber wenn auch die vorliegenden Angaben über Funde von Fichtenresten dadurch ziemlich zusammenhangslos stehen, so können dennoch gewisse Funde bei der Kenntnis von dem allgemeinen Bau der Torfmoore, die wir uns nach dem Obigen zutrauen können, uns einen wichtigen Einblick in die Frage über das Alter der Fichte in den jeweiligen Gegenden geben.

Fichtenreste im Torfe sind nach S. G. U. in Upland, Södermanland und Dalsland gefunden worden.

In der Beschreibung zum Blatte Enköping (Ser. Aa No. 7) wird gesagt, dass Strünke von Fichten und Kiefern in Domta Kärr und Skensta Mosse und zwar, wie die dürftigen Angaben anzudeuten scheinen, in der Torfmasse selbst angetroffen worden. Diese beiden Stellen dürften ungefähr 30 m über dem Meere liegen. In der Umgegend von Enköping würde sich die 50 Meter-Isoanabase für die postglaciale Hebung hinziehen; sie lägen also bei ungefähr 60% der P. G. Alle beide liegen in unbedeutenden Depressionen im Gletscherkiese und im »Åkerlera«, und nichts in ihrer

Begrenzung deutet auf das Entstehen eines zufälligen Abflusses hin, der dieselben hätte dränieren und die Entstehung eines Waldes ermöglichen können. Ihr Bau würde folglich mit dem der Torfmoore von Rörken und Långhundra übereinstimmen. Die Fichtenstrünke wären also die Überreste der letzten subborealen Waldvegetation, die gewisse Moore Uplands bekleidete, als die feuchte subatlantische Periode hereinbrach. Zu bemerken ist, dass Domta Kärr nur 17 und Skensta Mosse nur 13 km von dem Orte entfernt liegt, wo, wie früher hervorgehoben, Fichtenreste in einer postglacialen marinen Schicht angetroffen worden sind.

Was die in Södermanland gemachten Funde betrifft, so ist es schwieriger, über ihr Alter zu urteilen. Auf S. 94 der Beschreibung zum Blatte Nyköping (Ser. Aa No. 23) wird gesagt: »In den Mooren liegen häufig verschiedene Pflanzenreste eingebettet, z. B. Wurzeln von *Equisetum*-arten, Zweige, Äste, Wurzeln und Stämme der Eiche, der Kiefer, der Fichte und anderer Baumarten«. Von Stellen, wo solche Überreste angetroffen wurden, werden folgende erwähnt: Källmossen in der Gemeinde Lunda, Hafverömossen in der Gemeinde Svärta, der Bachrand westlich von Lilla Torshult in der Gemeinde Tunaberg und das Moor nördlich von Laggarsmålen in der Gemeinde Qvarsbo. Wenn nun Fichtenreste wirklich in Källmossen und Hafverömossen gefunden worden sind, von denen das erstgenannte Moor 222,9 Fuß über dem Meere und das andere ungefähr 175 Fuß über dem Meere — beide also oberhalb der P. G. der fraglichen Gegend — liegt, so können sie vielleicht älter sein als die postglaciale Senkung; in den beiden anderen Mooren sind sie mit Sicherheit jünger, da von diesen Mooren das eine ungefähr bei der P. G., das andere unter derselben liegt.

Eine Angabe aus Dalsland in der Beschreibung zum Blatte Rådanefors (Ser. Aa No. 39) ist sehr wichtig. Dort wird folgende Beschreibung eines Torfmoores geliefert; »Skåkeruds mosse oder, wie es allgemeiner genannt wird, »Svarte mossen« in der Gemeinde Erikstad zeichnet sich durch seine schwarze Oberfläche aus, der es an jeder Vegetation fehlt. Der Torf ist nämlich hier zu oberst gänzlich vermodert und so ganz und gar ohne Zusammenhang, dass er ein schwarzes Pulver bildet, das, wenn dasselbe trocken ist, vom Winde leicht herumgeweht wird. Dadurch ist ein aus dieser Erde bestehender Wall an der östlichen Seite des Moores gebildet worden, wo ein Hain von Laubbäumen angrenzt.

Diese Vermoderung ist jedoch nur eine oberflächliche; denn in einer geringen Tiefe trifft man einen nur wenig verwandelten Moostorf, dann aber nimmt die Vermoderung nach der Tiefe hin zu. Die Tiefe des Moores beträgt niemals mehr als 5 Fuß, die Mitteltiefe ist 3—4 Fuß. In dem Moore werden oft Strünke von Kiefern, seltener von Fichten gefunden. Überreste von Birken und Erlen sind auch — nebst Schilfrohr — in großer Menge vorhanden. Aus diesem Moore werden jährlich nicht unbedeutende Quantitäten von Brenntorf geholt«.

Nach dem geologischen Kartenblatte liegt der »Svarte-mossen« 215 Fuß über dem Meere, an allen Seiten von Akerlera-Feldern umgeben, von denen man keine Ursache hat anzunehmen, dass ein tiefer, nachher verwachsener Dränierungskanal dieselben durchbrochen habe. Die P. G. ist in Dalsland bisher nicht näher bekannt. Vermutlich liegt sie ziemlich hoch, wahrscheinlich jedoch noch nicht im Niveau des Svarte-mossen. Wenigstens hat schon in einem 237,5 Fuß über dem Meere liegenden Moore — Ske-mossen — die boreale Periode sich bemerkbar gemacht. L. c. S. 36—37 wird nämlich gesagt: »Was von den im »Svarte-mossen« gefundenen Baumresten gesagt worden, kann mit geringen Modificationen auf sämtliche Moore angewandt werden. Besonders reich an solchen Überresten ist Ske-mossen; dort aber kommt auch die Eiche vor, und Strünke von dieser Baumart, die im Torf eingewurzelt stehen, sind in der Tiefe des Moores, nicht aber in dem Moore selbst, vorhanden, wo hingegen Strünke von Kiefern sowie auch von Birken angetroffen werden.« Diese Eichenstrünke fasse ich als Anzeichen der borealen Periode auf und die obere Strunkschicht als subboreal und mit der einzigen Strunkschicht des Svarte-mossen[1]) äquivalent, in welcher, wie in Upland, auch Fichtenstrünke zu finden waren.

Von Finlands Geologiska Undersökning sind Kartenblätter bisher nur aus den südwestlichen Teilen des Landes erschienen. Oft wird in den Kartenblattbeschreibungen aus diesen Gegenden erzählt, dass Strünke in den Torfmooren eingewurzelt stehen. Bei der Angabe über die Zahl der Schichten zerteilen jedoch die finnländischen Geologen oft solche, wo mehrere — an Alter wenig getrennte — Strünke über einander stehen. So wird z. B. in der Beschreibung zum Kartenblatt No. 2, S. 58 erwähnt, dass in den Mooren der Umgegend von Stor-Tötar und Wirkby (im westl. Nyland) 1 bis 1,5 Fuß hohe, auf den Wurzeln stehende Baumstrünke eingelagert sind und zwar in nicht weniger als drei solchen über einander liegenden Schichten.« Diese Worte scheinen anzudeuten, dass die Strünke nicht durch wirkliche Torfschichten getrennt sind, sondern dass sie zu einer und derselben Periode, und zwar wahrscheinlich zu der subborealen gehören, da die fragliche Gegend ganz gewiss nicht über der P. G. liegt. Dies ist von großem Wert für die Fichtenfrage; denn es wird auch angegeben, dass die Bäume nicht nur aus Erlen, Birken und Kiefern, sondern auch aus Fichten bestehen.

Über ein anderes Moor derselben Gegend — Slickö-mosse in Pojo — wird auf derselben Seite angegeben: »Hier finden sich zwei Reihen von Kiefern- und Fichtenstrünken in einer Tiefe von beinahe zwei Fuß unter der Oberfläche und durch eine 6 Zoll mächtige Zwischenschicht von Moorerde getrennt.« Dass diese »6 Zoll tiefe Moorerde« keinen besonderen,

---

1) Vielleicht könnte man bei einer näheren Untersuchung Spuren der borealen Periode im Boden desselben auch nachweisen.

distincten Zeitraum repräsentiert, halte ich für sehr wahrscheinlich und deute deshalb auch diese ganze zusammengesetzte Strunkschicht und folglich auch die darin befindliche Fichte als subboreal. Slickö-mosse scheint nach dem Kartenblatte nicht höher als 45 m über dem Meere zu liegen; und viel höher dürfte sich die postglaciale Senkung sicherlich nicht erstreckt haben.

In einem Aufsatze »Über subfossile Strünke auf dem Boden schwedischer Seen.« Bot. Centralbl. 1891 habe ich nachzuweisen versucht, wie durch die Blytt'schen Perioden der Wasserstand der schwedischen Binnenseen einen bedeutenden Wechsel erfahren hat. Im Anschluss an diese Auffassung deute ich daher die Strünke, welche häufig in den Seetiefen selbst festgewurzelt angetroffen werden, und deren Vorkommen nicht durch locale Aufdämmungen erklärt werden kann, als aus derjenigen Zeit herrührend, wo die subboreale Periode mit ihrem continentalen Klima von einer neuen Periode — der subatlantischen — mit insularischem Klima abgelöst wurde. Dass sich in diesen Strunkgenerationen auch solche von Fichten finden können, davon hat man aus Småland ein gutes Beispiel. In »Praktiskt Geologiska undersökningar inom norra delen af Kalmar Län utförda på bekostnad af länets norra Hushållingssällskap genom Sveriges Geologiska Undersökning åren 1876—1881.« Stockholm 1884 I. De lösa jordlagren af Axel Lindström liest man p. 20: »Bei einer Senkung der Wasserfläche des Sees Krön, der nördlich von Wimmerby liegt, wurde auch ein Teil des langsam abschüssigen Ufers in der Nähe von Ålö entblößt, wodurch zahlreiche Kiefern- und einige Fichtenstrünke an den Tag kamen, die sämtlich auf demselben Platze, wo sie gewachsen, standen.« Dass das Vorkommen dieser Strünke nicht von Veränderungen bei dem Abflusse des Sees herrührt, ist wahrscheinlich, da Lindström das Phänomen eben im Zusammenhange mit dem Bau der Torfmoore anführt, der nach seiner Ansicht auf »periodische und bisweilen langwierige Veränderungen der Bedingungen deutet, die für das Entstehen der einen oder der anderen Torfart, wie auch für die in demselben wachsenden Baumarten notwendig sind.« Meine Deutung von dem mutmaßlichen Alter dieser Fichtenstrünke versteht sich also von selbst.

In »Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift« hat R. Tolf einige besonders interessante Notizen über Torfmoore aus verschiedenen Teilen Schwedens geliefert. Wie das Johansson [1]) schon früher für ein paar in Elmhult und Stenbrohult gelegene Moore gethan hatte, so wies Tolf (Sv. Mosskf. T. 1889, No. 2) für ein anderes Torfmoor Smålands bei Slammarp das Vorkommen dreier Strunkschichten nach[2]). Von diesen Strunkschichten

1) C. H. Johansson, Iagttagelser rörande några torfmossar i södra Småland och Halland. Botaniska Notiser 1888.

2) Alle diese Moore haben eine solche Höhe über dem Meere, dass Spuren von allen Perioden Blytt's nach der arktischen in denselben müssen nachgewiesen werden können.

giebt er die oberste als aus »gemischten Fichten und Föhren« bestehend an. Wahrscheinlich sind also die Fichtenstrünke hier subborealen Alters.

Im Jahre 1890 sandte Tolf an dieselbe Zeitschrift No. 3 eine vorläufige Mitteilung folgenden Inhalts ein:

»Bei einer auf Rechnung der ‚Svenska Mosskulturföreningen' ausgeführten Untersuchung eines Moores bei Flahult in der Nähe von Jönköping hatte ich das Vergnügen, zwei gut erhaltene Schichten von Fichtenresten in resp. 0,5 und 1 m Tiefe zu finden. In der oberen Schicht kamen Zapfen, Zweige und zahlreiche Nadeln von der Fichte zusammen mit Zapfen, Zweigen und Nadeln von der Föhre vor; die untere Schicht enthielt nur Nadeln und Zapfen von der Fichte und überlagerte unmittelbar Überreste — häufige Blätter und Äste — von der Espe. In den zwischenliegenden Schichten wurden zahlreiche Überreste von Eichen, Birken, Erlen, mehreren Weidenarten, *Salix repens* L. u. s. w. angetroffen — — —«

In dem ersten Hefte dieses Jahres von Sv. Mosskultf. T. erschien ein Aufsatz von Tolf mit dem Titel »Praktiskt-botaniska undersökningar på svenska mossar«. In demselben bekam man wieder einige neue wertvolle Notizen in der Fichtenfrage. Über das Moor von Flahult wurden vollständigere Angaben geliefert. Aus diesen geht wenigstens so viel hervor, dass die älteste der fichtenführenden Schichten jünger als diejenige Region des Moores ist, welche nach ihren Fossilien während einer Zeit gebildet wurde, wo die Eiche, die Hasel und die Linde die Charaktervegetation der Moorränder ausmachten, und dass sie, wie es scheint, unmittelbar nach dieser Zeit abgelagert wurden. Entsprechend der Anschauungsweise Blytt's [1]) bin ich der Ansicht, dass der größte Teil desjenigen Torfes, welcher sich durch größere Mengen von Überresten edler Laubbäume auszeichnet, atlantischen Alters ist. Die fraglichen Fichtenreste könnten folglich von keinem älteren Zeitabschnitte als dem atlantischen herrühren; wahrscheinlich sind sie jünger. Die Mächtigkeit des überlagernden Torfes macht es jedoch glaublich, dass die Fichtenreste eingebettet wurden, ehe wenigstens ein größerer Teil der subatlantischen Periode verflossen war.

An derselben Stelle erwähnt Tolf, dass er in Karsbomossen bei Boxholm in Östergötland Fichtenreste — Zapfen und Nadeln — angetroffen. Die Beschreibung des Moores ist zu unvollständig, um eine nähere Altersbestimmung zu gestatten. So viel wird jedoch klar, dass diese Überreste von *Picea Abies* (L.) ein ziemlich ansehnliches Alter haben müssen, da sie von einem 0,15 m tiefen *Sphagnum*-Torfe überlagert sind, über welchem dann ein mit *Hypnum* vermischter Grastorf liegt. Die Bodenschicht des Moores besteht aus *Phragmites*-Torf.

In Bezug auf J. Roos' Angabe über Torfmoore im südlichen Österbotten mit einer Strunkschicht in der Torfmasse selbst und einer anderen

1) Engler's Bot. Jahrb. Bd. II. p. 21.

auf dem Boden erwähnte ich, dass man, weil keine Beschreibung der Umgrenzung der bezüglichen Becken geliefert worden ist, nicht entscheiden kann, ob die auf dem Boden befindlichen Waldreste die Überreste eines borealen oder eines atlantischen Waldes sind. Letzterer hätte dann während der Landhebung durch von den Meerwellen aufgeworfene Strandwälle den Boden der Versumpfungen eingenommen, deren Barrieren teilweise von diesen Wällen gebildet worden wären. In dieser Bodenschicht sind nun von Roos Fichtenreste gefunden worden. Diese haben folglich entweder ein boreales Alter oder können auch zu irgend einem Abschnitte der atlantischen Periode gehören.

Die in dem Moore bei Rörken in Upland[1]) vorkommende Strunkschicht habe ich schon früher als eine subboreale gedeutet. Die in derselben befindlichen Fichtenstrünke bekommen also dasselbe Alter wie diejenigen, welche von S. G. U. und R. Tolf in Mooren (und auf Seeboden) in verschiedenen Teilen Schwedens angetroffen wurden.

In dem südlichen Nerike habe ich seit mehreren Jahren Fichtenreste in einigen Torfmooren, z. B. in einem bei Norra Nyckelhult in Lerbäck und in dem in derselben Gemeinde gelegenen Löppeskärret, beobachtet. Über das letztgenannte Torfmoor stellte ich vorigen Herbst eine systematische Untersuchung an, deren Resultate hier mitgeteilt werden, weil sie ein gewisses Licht über die Einwanderungsgeschichte der Fichte verbreiten.

»Löppeskärret« bildet eine rinnenförmige Vertiefung — eine ausgedehnte »Åsgrop« oder richtiger »Åsgraf« — des mächtigen »Rullstensås«, der, breit und mächtig, aber durch dergleichen Vertiefungen in unzählige Partien zerteilt, sich quer durch die Gemeinde Lerbäck erstreckt. Der Ås, dessen Material hier teils aus Kies mit großen Sandsteinblöcken, teils aus feinem Sande zusammengesetzt ist, senkt sich ziemlich gleichmäßig nach dem Moore hin. Nur an einem Punkte findet sich ein Durchbruch; und hier hat der Sumpf durch einen kleinen seichten Bach seinen Abfluss in den See von Klockarhyttan gehabt. Nunmehr ist dieser Bach in einen tiefen Canal verwandelt und der größere Teil des Sumpfes angebaut und entwässert worden. In seinem ursprünglichen Zustande war er äußerst nass und von einem Sphagnetum cariciferum mit reichlichen *Carices*, meistenteils *C. ampullacea* Good., bewachsen. Durch die Menge eingemischter Amblystegien und die Beschaffenheit des am nächsten unter der Oberfläche liegenden Torfes stellt sich heraus, dass sich diese Formation aus einem Grandicaricetum amblystegiosum entwickelt hat. Nur der nördliche Teil (a), der noch unbebaut ist, und der enge Pass bei b zeigten eine andere Vegetation. Die erstere Partie wird von einem Pinetum sphagnosum mit Birken eingenommen und bei dem engen Passe wuchsen einige Erlen und junge Fichten auf der Oberfläche des Moores. Es hängt

1) Bot. Centralbl. XLII. S. 139. Pflanzenreste i. d. mar. Ablagerungen Skandinaviens.

dies mit der Oberflächengestalt des Sumpfbodens zusammen. Der Boden des Kiefernmoores, der eine schwach abschüssige Fortsetzung des nördlich davon befindlichen Sandgebietes ausmacht, liegt ziemlich seicht und höher als die südlich davon liegenden Teile. Bei dem Passe bildet der Boden des Moores eine schwach gratförmige Erhöhung, deren höchster Punkt 0,57 m über der Oberfläche des Moores bei dem Abflusse liegt. Sie teilt Löppeskärret in zwei Becken, ein nördliches und ein südliches.

Die Höhe des Klockarhyttssjön ü. d. M. dürfte ungefähr 123,9 m beim mittleren Wasserstande betragen. Die Oberfläche von Löppeskärret liegt bei dem Abflusse 2,1 m höher. Wie verhält sich nun dieser Punkt zu dem Verlaufe der quartären Niveauveränderungen? Aus der Beschaffenheit der fest gepackten, mit groben Blöcken erfüllten Kiesmassen in dem zwischen dem Sumpfe und Klockarhyttssjön liegenden Thale wird es erklärlich, dass die ursprüngliche, sehr seichte Rinne des Baches sich während der postglacialen Zeit niemals hat tiefer einwühlen können, als es vor dem Graben des Canales der Fall war. Die Höhe des fraglichen Punktes über der Meeresfläche, welche 126 m beträgt, drückt folglich das Maximum desjenigen Meeresniveaus aus, bei welchem »Löppeskärret« wahrscheinlich den Charakter eines Süßwasserbeckens annahm. Diese Ziffer muss ungefähr um 0,5 für das südliche Becken erhöht werden, das also diesen Charakter etwas früher annehmen konnte.

Zu welchem Zeitpunkte nahm nun das Meer dieses Niveau ein? Da man bei einem so hoch liegenden Punkte von der Ancylussenkung und der postglacialen Senkung ohne Gefahr absehen kann, so ist lediglich die spätglaciale in Anschlag zu bringen. Es handelt sich also darum, die höchste Grenze der Verbreitung des spätglacialen Meeres in der fraglichen Gegend zu ermitteln.

3,3 Kilometer NO. von Löppeskärret, an den steilen, hohen Gebirgen auf dem südlichen Ufer des Sees Tisaren, befinden sich prächtige Strandwälle. Der Kamm des höchst gelegenen derselben, eines breiten, scharf markierten, riffartigen Walles, oberhalb dessen keine Spuren einer Thätigkeit der Meereswellen entdeckt werden konnten, ist von mir nach einer Reihe von Anäroidbeobachtungen auf 140 m veranschlagt worden. Der fragliche Punkt liegt folglich bei 90% von der M. G.

Der Sumpf ist sehr nass. Starke Quellen aus den umgebenden Åshügeln sprudeln an einer Menge von Stellen hervor. Das südliche, sowie auch das nördliche Becken sind Seen gewesen; der südliche lag ungefähr einen halben Meter höher als der nördliche, durch welchen ersterer sein Wasser in den Klockarhyttssee ablaufen ließ. Der vielleicht größere Teil des Sumpfes besteht nämlich aus Schlamm und Moor, in welche die aus dem an Alaunschiefer reichen Geröllkiese kommenden Quelladern bedeutende Quantitäten von Eisenoxydhydrat eingemengt haben. In den centralen Teilen des nördlichen Beckens erreicht diese Bildung eine Tiefe von 5 bis

6 m, in dem südlichen ist sie seichter. Nach dem Kiefernmoore zu, wo der Boden anfängt, sich ein wenig zu heben, keilen sich Moor und Schlamm aus, ebenso wie gegen den ehemals bewaldeten Pass.

Über der ganzen Oberfläche des Sumpfes liegt ein zusammenhängender Teppich aus *Amblystegium*-Torf ausgebreitet, der nur in der nördlichen Ecke durch *Sphagnum*-Torf ersetzt wird. Den Rändern zunächst hat er gewöhnlich durch Anhäufungen von Zweigen, Stämmen, Blättern u. s. w. ein fremdartiges Aussehen erhalten. Bei dem erwähnten Passe ist er niemals zu einer richtigen Ausbildung gelangt, sondern ist durch zahlreiche Generationen kleiner Sträucher, die dort zeitweise haben gedeihen können, mit einer Menge seitwärts herabgefallener Baumabfälle, ferner mit einer Masse trockener Zweige und Wurzeln in situ und mit erheblichen Portionen Humus vermischt worden.

In dem untersten Teile dieses Torfes kommt — teils in den obersten Partien des nördlichen Beckens, teils auf einem großen Gebiete unmittelbar östlich vom Abflusse, teils in dem engsten Teile des Passes und von da ein Stückchen nach Süden und ungefähr 80 m nach Norden — eine markierte Strunkschicht vor.

Durch einige Profile will ich diese Lagerungsverhältnisse darzustellen suchen[1]).

Auf dem Profile No. 1 wird durch *a* eine Torfschicht bezeichnet, die zum Teil vermodert und mit Baumabfällen erfüllt ist, nach links geht sie jedoch in einen verhältnismäßig reinen *Amblystegium*-Torf über. *b* bezeichnet einen auf der Grenze einer Moorerde stehenden *Carex*-Torf; *c* einen stark mit Moorerde vermischten, Eisenoxydhydrat führenden Schlamm.

Bei *1* ist die Schichtenfolge von oben nach unten folgende[2]):

0,90 m zum Teil vermoderter Torf. Enthält Zweige von Laub- und Nadelbäumen, sowie auch Nadeln und Zapfen von *Picea Abies* (L.).

0,20 m mit Moorerde vermischter, Eisenoxydhydrat führender Schlamm, in frischem Zustande gelb und plastisch, aber, wenn er in die Luft herausgenommen und getrocknet wird, schwarz und in harte, glasartige Stückchen mit zahlreichen Anflügen von Vivianit zerfallend. Besonders reich an Pflanzenresten, namentlich an Blättern (diese sind unmittelbar nach der Aushebung der Moorerde glänzend und schön):

Betula alba L.: Blätter.
Salices: Blätter.
Alnus glutinosa (L.) Gärtn.: Blätter, männliche Kätzchen.
Picea Abies (L.): Nadeln.
Pinus sylvestris L.: Rindenstückchen.
Equisetum limosum L.: Rhizome (wahrscheinlich nach der Ablagerung des Schlammes hinuntergedrungen).

Enthielt überdies *Pisidum* sp.

1) Die Ziffern bezeichnen die Höhe in Meter über dem Niveau des Klockarhyttssjön.

2) Bei dem Entwurf dieses Profiles (Sept. 89) half mir mein Freund Amanuensis Markus Hulth.

(Einige Meter östlich von diesem Profile wurde außer derselben Art von Pflanzenresten auch ein Teil einer Flügelfrucht von *Acer platanoides* L. beobachtet.)

0,90 m Torf, schwarz und etwas vermodert, enthielt unter anderem:

Corylus Avellana L.: eine kleine Nuss.

Pinus sylvestris L.: einen Zapfen.

Bei *2*:

0,5 m Torf (das Maß ein ungefähres, weil bei dem Entwurfe des Profiles der Torf über dem Strunke und rings um denselben weggegraben worden war).

Ein Birkenstrunk, 0,35 m hoch, mit 50 Jahresringen und einem Radius von 12 cm.

0,30 m *Carex*-Torf mit Moorerde und Humus vermischt. Besteht aus Wurzeln, Rhizomen, Blättern und Früchten von *Carices*, meist (wenigstens die Früchte) zu *Carex ampullacea* Good. gehörend, Rhizomen und Wurzeln von *Phragmites communis* Trin., einzelnen (zu *Sphagna palustria* gehörenden) *Sphagnum*-Blättern. Enthält außerdem Blätter von:

Oxycoccus palustris (L.) Pers.
Betula alba L.
Salix aurita L.
Salix cinerea L.
Salix nigricans Sm.
Picea Abies (L.).
Polystichum Thelypteris (L.) Roth: Blattlappen,

sowie auch Stückchen von *Equisetum limosum*-Rhizomen.

1,9 m + mit Moorerde vermischter Schlamm.

Auf dem Profile No. 2 ist die Schichtenfolge bei *1* diese:

0,9 m stark verwandelter *Amblystegium*-Torf mit einem 0,5 m hohen Strunke.

1 m Schlammerde wie die vorige.

Bei *1* auf dem Profile No. 3 herrscht die nachfolgende Schichtenfolge:

1,6 m humusartige Moorerde. Je weiter man nach unten kommt, desto reichlicher werden die Fichtenreste: Nadeln, Äste, teilweise mit ihren Nadeln, ganze Zapfen, Zapfenschuppen, Samen u. s. w. Zu oberst ist die Moorerde sehr locker und vermodert, sowie auch reicher an Zweigen und kleinen Baumabfällen. Im untersten Teile der Schicht findet sich ein mächtiger, 0,55 m hoher Erlenstrunk. Es erstreckt sich dieser durch

eine ungefähr 2 cm mächtige Schicht eines fest gepackten, ziemlich vermoderten Torfes und ruht auf

einem 1—20 mm mächtigen Streifen von feinem Sande mit Abdrücken von *Equisetum limosum*-Rhizomen.

0,18—0,20 m fest gepackter Torf wie der vorige, aber besser erhalten;

es können Teile von Laubmoosen erkannt werden, sowie auch verschiedene Samen, z. B. von *Menyanthes trifoliata* L.

Grober, mit Kies vermischter Sand.

Der unter den angrenzenden Strünken liegende Torf enthält häufige:

Vaccinium Vitis idaea L.: Blätter.
Betula verrucosa Ehrh.: Blätter, Kätzchenschuppen und Samen.
Salix sp.: Blätter.
Picea Abies (L.): Nadeln und Zapfen.
Pinus sylvestris L.: Nadeln.
Astrophyllum cinclidioides (Sw.) (große Partien).

Rings um einen Strunk in der Nähe war *Hylocomium proliferum* (L.) vorhanden.

Auf der linken Seite des Profiles beginnen die Strünke selten zu werden. Der reine *Amblystegium*-Torf tritt wieder auf, und die gewöhnliche Moorerde fängt unter demselben an. In dem südlichen Becken besteht dieser Torf meist aus *Amblystegium cordifolium* mit Blättern von *Oxycoccus palustris* (L.) Pers., *Betula odorata* Bechst., *Polystichum Thelypteris* (L.) Roth nebst Samen von *Menyanthes trifoliata* L. In diesem Torfe finden sich Partien von *Paludella squarrosa* (L.) Brid. eingesprengt.

In dem nördlichen Becken hat der Torf ungefähr dieselbe Zusammensetzung. Hier habe ich auch *Phragmites*-Rhizome und *Carex*-Blätter wahrgenommen. Fichtenreste habe ich hier und da angetroffen.

Es erübrigt nunmehr, diesen Lagerungsverhältnissen des Löppeskärr eine Deutung zu geben.

Zur Zeit, wo das spätglaciale Meer ungefähr 125 m höher als die heutige Meeresfläche stand, gewährte Löppeskärret wahrscheinlich das Bild von zwei kleinen Binnenseebecken, von denen das eine etwas höher als das andere lag. In jener Zeit hatten vermutlich sowohl Flora wie Klima noch einen arktischen Charakter. Aber sowie ein milderes Klima organisches Leben zuließ, das sich nicht nur durch ein mehr temperiertes Gepräge, sondern auch durch eine größere Üppigkeit auszeichnete, nahm die Ablagerung eines mit Moorerde vermischten Schlammes auf dem Boden der Seen zu. Die trockene, subarktische Periode konnte ebensowenig als die wahrscheinlich intensiv heißen Sommer und die continentalen Niederschlagsverhältnisse der borealen Zeit die Seebecken austrocknen. Aus dieser letzteren Periode besitzen wir wahrscheinlich ein Denkmal; vermutlich senkte sich das Wasserniveau recht bedeutend, wodurch die Entstehung der Torfmoorbildungen von den Rändern her begünstigt wurde. Der Torf, welcher im Profile No. 1, *1* unter einem Schlamme liegt, stammt vielleicht aus dieser Zeit. Die Pflanzenreste — Kiefern und Haseln — widersprechen ja auch nicht einer solchen Annahme.

Dann trat die atlantische Periode ein. Die reichlichen Niederschläge derselben brachten die Seen zum Steigen, und über den borealen Torf lagerten sich Schlamm und Moorerde. Nun aber fingen die Becken an, durch die Sedimente, die sich im Laufe der Zeiten angesammelt hatten, allmählich

beträchtlich verschlämmt zu werden. Als die subboreale Zeit kam, konnten deshalb bedeutendere Veränderungen eintreten. Die Ablagerung des Schlammes und der Moorerde dauerte zum Teil fort; aber als die Wassermasse sank, entwickelten sich nasse Sümpfe hie und da aus dem an der Wasserfläche emporragenden Schlamme. Im Allgemeinen scheinen diese sehr arm an Moosen gewesen zu sein (cfr. Pr. *I*, *II*). Mit Abnahme der Feuchtigkeit trockneten die Sümpfe immer mehr aus und stellenweise culminierte diese Entwickelung in »Löfkärr« mit Birken und Erlen. Da die Moorränder, wie es z. B. das Profil *I* zeigt, nicht mit Bäumen bewachsen waren, scheint das Moor während der subborealen Zeit (und dann immerfort) in der Mitte höher gewesen zu sein und daher das Wasser in den Randpartien zurückgedämmt zu haben.

Die letzte Generation der Bäume der »Löfkärr« wurde in den *Amblystegium*-Torf eingebettet, dessen Bildung mit dem Eintritt der subatlantischen Periode anfing. Während derselben wurde über den größeren Teil des Löppeskärr ein Teppich aus *Amblystegium*-Torf ausgespannt, in dessen fortlebende Teile das trockene Klima der Jetztzeit verschiedene *Sphagna* und stellenweise eine Baumvegetation einführte.

Der Pass zwischen den getrennten Becken hat eine besondere Entwickelungsgeschichte. So lange dieselben mit Wasser gefüllt waren, bildete der höchste Kamm des heutigen Torfmoorbodens des Passes eine Barriere, in deren Vegetationsdecke sich wahrscheinlich keine torfbildende Pflanzenformation befand. Als sich bei dem Eintritt der subborealen Periode Sumpfformationen allmählich auf größeren Partien der Oberfläche der Seen entwickelten und der im nördlichen Becken hierdurch entstandene Torf sich gegen das Niveau der Barriere hob, so bildete sich nach Maßgabe der Eindämmung mehr und mehr Torf auf derselben. In diesem spielte *Astrophyllum* wegen der hier local angehäuften Quelladern eine recht bedeutende Rolle. Diese Formation entwickelte sich aber sehr bald zum »Löfkärr«, das sich mit der Zeit weit ins nördliche Becken erstreckte. Dieses »Löfkärr« ging durch das insularische subatlantische Klima unter. Aber da, wo der Boden des Passes am höchsten lag, wurde die Vegetation nicht völlig so hydrophil wie draußen im eigentlichen Sumpfe, so dass sich niedrige verkrüppelte Sträucher dort erhalten konnten, während sich hier äußerst nasse, reine Sumpfformationen ausbreiteten.

Welches Zeugnis liefert nun diese Schichtenfolge für die Veränderungen der Flora?

Im Boden des Schlammes werden häufig Stämme von Espen und Birken angetroffen. Wahrscheinlich gehören diese in die subarktische Zeit, vielleicht vorzugsweise in den ersten Teil derselben. Als einen borealen habe ich vorschlagsweise den unteren Torf mit Hasel und Kiefer am Rande des Profiles *I* gedeutet. Während der atlantischen Periode wurde, wie oben gesagt, Schlamm abgelagert. Es ist indessen wahrscheinlich, dass diese Ab-

lagerung stellenweise auch während des Anfanges der subborealen Periode weiterging. Es ist deshalb schwer, das Alter der Fossilien zu bestimmen, welche in den obersten Teilen der Schlammschicht liegen. Die im Profile Nr. *I*, *1* und in dessen Nähe vorkommenden *Acer plataniodes* L., *Betula alba* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Salix* spp., *Picea Abies* (L.) und *Pinus sylvestris* L. können folglich entweder atlantischen Alters sein oder auch in den Anfang des subborealen Zeitabschnittes gehören. Ein entschieden subboreales Alter bekommen die Pflanzenreste desjenigen Torfes, welcher zwischen den Strünken und dem Schlamme liegt, nämlich *Oxycoccus*, Preißelbeeren, *Salix aurita* L., *cinerea* L. und *nigricans* Sm., *Carex ampullacea* Good., Schilfrohr, Fichten und Kiefern, *Polystichum Thelypteris* (L.) Roth u. a. Aus der subatlantischen Zeit giebt es Überreste aus derselben Flora, z. B. Fichten, Schilfrohr, *Polystichum* u. s. w.

Die Pflanzenreste des Moores sind natürlich von zweifach verschiedener Art, theils die eigentliche Hauptmasse, nämlich die in situ befindlichen, den Torf bildenden Pflanzenteile, teils die Blätter, Früchte u. s. w., welche der Wind von der Vegetation der Ränder hereingeweht hat. Was die erstere Kategorie betrifft, so zeigte sich vor der Urbarmachung des Löppeskärr, dass dieselben Pflanzen, welche während der subborealen Zeit der »Löfkärrvegetation« vorausgingen und bei der Entwickelung derselben wahrscheinlich zwischen den kleinen Waldpartien übrig blieben, in der Vegetation noch zu finden waren. Ein solches Beispiel liefert das in Nerike keineswegs häufig vorkommende *Polystichum Thelypteris* (L.) Roth. Die Überreste von *Picea Abies* (L.) gehören alle zur zweiten Kategorie. Die Fichte scheint folglich, wie die gelieferten Profile angeben, an den Moorrändern ziemlich continuierlich vorhanden gewesen zu sein, und zwar vielleicht vom Ende der atlantischen, jedenfalls von dem Anfange der subborealen Zeit bis zur Jetztzeit.

Welche Formationen sind es nun, an deren Zusammensetzung die Fichte während dieses langen Zeitraumes teilgenommen hat?

An dem ältesten Fundorte — dem möglicherweise atlantischen Schlamme — kommen außerdem Überreste von Schwarzerlen, *Salices* und Birken vor. Diese rühren wahrscheinlich sämtlich von Ufergebüschformationen am Moorrand her. Hinter denselben folgten wohl Formationen, in denen die Fichte als ein Bestandteil vorhanden war. Wie aber oben hervorgehoben wurde, pflegt dieser Baum in der Pflanzengesellschaft, wo er einmal zu finden ist, sich nicht mit einer Nebenrolle zu begnügen. Die Åshügel nahe bei dem Ablaufe wären folglich mit Fichtenwäldern bedeckt gewesen. Einzeln scheint jedoch die Kiefer eingesprengt vorgekommen zu sein, und außerdem kam noch eine andere Baumart vor, nämlich der Ahorn. Sein Auftreten an dieser Stelle ist im höchsten Grade bemerkenswert.

Der Fundort der Flügelfrucht von *Acer platanoides* L. liegt nahe bei

dem Thale, in dessen Grunde sich der kleine Bach entlang schlängelte, durch welchen Löppeskärret sich seines überflüssigen Wassers entledigte. Der südliche Abhang des Thales zeichnet sich durch einige Pflanzen aus: *Lactuca muralis* (L.) Fresen., *Lonicera Xylosteum* L., *Actaea spicata* L., welche für die Hainthälchen typisch sind und außerdem in der durch die Invasion der Fichte entstandenen Pflanzengesellschaft, oben von mir »Granlund« benannt, oft übrig blieben. Diese Formen deute ich deshalb als Relicten desjenigen Hainthälchens, das vor der Ankunft der Fichte den Platz beherrschte. Eine andere ganz deutliche Relictpflanze ist die hier spärlich auftretende *Carex remota* L., die übrigens in ganz Nerike sehr selten ist. In dieser Hainthälchenformation fand sich *Acer platanoides* L. als ein Bestandteil, und diesem Baume gelang es auch, wie die von demselben unter den Nadeln und Zapfen zurückgelassenen Überreste zeigen, sich wenigstens eine Zeit lang in dem Fichtenhaine zu erhalten. Nunmehr ist er ganz und gar verschwunden und tritt übrigens, soviel ich habe finden können, kaum im ganzen südlichen Nerike wild wachsend auf. Die edlen Laubbäume haben indessen dort, wie wahrscheinlich überall in Svealand, eine weit mehr zusammenhängende Verbreitung gehabt, als heutzutage der Fall ist. Die Eiche wächst z. B. nicht wild in der Umgegend von Löppeskärret, aber subfossil habe ich dieselbe sowohl in einem Moore 400 m weiter nach Süden als auch in einem anderen 500 m weiter nach Norden gefunden. Dass die »Eichenzeit« während der atlantischen Periode noch im besten Flore war, habe ich schon nachzuweisen versucht. Damals waren vermutlich die Laubbäume auch in dieser Gegend häufig und in dem fraglichen Hainthälchen herrschte wahrscheinlich eine üppige Vegetation, wovon ein Teil jetzt als Relicten übrig ist und ein anderer Teil — wahrscheinlich der größte — im Kampfe mit der gegen Ende der atlantischen Periode eindringenden Fichte untergegangen ist.

Auf den übrigen Partien der Åshügel, welche Löppeskärret begrenzen, wuchsen wahrscheinlich wenigstens seit dem Eintreten der subborealen Periode lange Zeiträume hindurch Abiegna hylocomiosa. Nach der Auffassung von dem Charakter dieser Pflanzengesellschaft als Schlussformation, welche ich versucht habe geltend zu machen, sollte also Löppeskärret noch heute von einem Fichtenwalde umkränzt sein. Dies ist indessen nicht der Fall. Wir treffen hier Pineta hylocomiosa, Betuleta hylocomiosa mit Espen, ja sogar kleine Haselwälder u. s. w. Die Erklärung hiervon ist eine sehr einfache. Der Culturmensch hat in diesen Gegenden seit Jahrhunderten, vielleicht seit Jahrtausenden einen durchgreifenden Einfluss ausgeübt. Durch sein Zuthun, es sei nun ein absichtliches oder ein unabsichtliches, haben wahrscheinlich in früheren Zeiten die Waldbrände — die gefährlichsten Feinde des Fichtenwaldes — die Fichtenbestände einmal, vielleicht mehrmals aufgerieben und anderen Baumformen gestattet, ein mehr oder weniger ephemeres Dasein zu fristen. Im Einverständnis

mit dem, was BLOMQUIST (l. c. II. p. 91—96) über Finnland ausgesprochen, bin ich der Ansicht, dass vor der Zeit, wo der Mensch anfing, in die Entwickelungsgeschichte der Vegetation entschiedener einzugreifen, große Gebiete im mittleren Schweden mit ungeheuren Fichtenwäldern bedeckt waren, dass aber höchst bedeutende Lichtungen durch dieses Eingreifen in diesen Urwäldern geschaffen wurden. Unablässig sucht jedoch die Fichte den Boden wiederzuerobern, dessen sie beraubt worden, und in all' den Formationen, welche die rings um Löppeskärret liegenden Åshügel bekleiden, hat sie auch ihren siegreichen Einzug gehalten.

In den Waldrändern an einem Moore können aber immer andere Bäume hinlänglich Licht bekommen, um unter den Fichten emporzuwachsen. Außerdem kann hie und da Gelegenheit zur Ausbildung kleiner Partien ufergebüschartiger Formationen gegeben sein. Daraus erklärt sich das Vorhandensein derjenigen Überreste von *Betula*, *Salix* und *Pinus*, welche nebst denen der Fichte in den verschiedenen Schichten vorkommen.

Gehen wir nun zu den anderen supramarinen Ablagerungen über, in denen sich Fichtenreste aufbewahrt finden.

Im Schwemmsande und im Schwemmlehme werden oft Blätter und Früchte in sehr gutem Zustande aufbewahrt. Auch hat NATHORST bekanntlich gerade in solchen Erdarten den größeren Teil seiner arktischen Pflanzenreste gefunden. Bisher sind indessen Fichtenreste nur in einer Süßwasser-Schwemmbildung angetroffen worden. Dieser Fund, der bereits am Anfang dieses Aufsatzes erwähnt wurde, ist von HULT in Finnland gemacht worden. Die Notiz ist dürftig und sagt nur, dass in der Gemeinde Lojo (westl. Nyland) Zapfen und Nadeln der Fichte in einem Süßwasserlehme in einer Tiefe von 1,5 Fuß angetroffen worden sind. So viel ich mich erinnere, liegt der Schwemmlehm in einer mit Aireta bewachsenen Thalsenkung, die ungefähr 30—35 m über dem Meere gelegen ist. Es ist äußerst wahrscheinlich, dass das Maximum der postglacialen Senkung in dieser Gegend wenigstens um etwa 10 m höher liegt. Älter als atlantisch können folglich diese Fichtenreste nicht sein. Sehr bemerkenswert ist, dass HULT, wie ich mich jetzt erinnere, bei den Schlämmungen, denen der fragliche Schwemmlehm unterzogen wurde, eine Flügelfrucht von *Acer platanoides* L. entdeckte. Dass aber auch in Löppeskärret Überreste desselben Baumes neben den ältesten Fichtenresten vorhanden waren, könnte ja als ein Zusammentreffen bezeichnet werden, das vielleicht nicht vom Zufall abhängt.

In den Kalktuffen, deren Flora wir durch NATHORST aus Norrland, Schonen, Westergötland und Östergötland, sowie durch ELBERLING[1]) aus Dänemark kennen, ist noch keine Spur von *Picea Abies* (L.) gefunden

---

1) C. ELBERLING, Undersøgelser over nogle danske Kalktufdannelser, Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn før Aaret 1870.

worden. Im Allgemeinen scheint also die Bildung des Kalktuffes abgeschlossen gewesen zu sein, bevor noch die Fichte eine wichtigere Rolle in der Vegetation Skandinaviens zu spielen anfing.

Dass aber Kalktuff in der That nach dieser Zeit gebildet worden ist, davon habe ich durch meinen Freund Herrn Candidaten Knut Kjellmark einen schönen Beweis erhalten. Er fand nämlich an dem Abhange eines Urkalkfelsens in der Gemeinde Axberg in Nerike eine Kalktuffablagerung von ungefähr 0,75 m Länge, 0,50 m Breite und 0,30 m größter Mächtigkeit. Der Tuff war ziemlich locker und porös. In den dort gesammelten Stoffen, welche Candidat Kjellmark zu meiner Verfügung stellte, waren folgende Pflanzenreste aufbewahrt:

Populus tremula L.: ein Blattabdruck,

Picea Abies (L.): mehrere Nadelabdrücke, bei denen öfters die Blattsubstanz selbst aufbewahrt war,

Laubmoose: unbestimmbare Stengelabdrücke.

Der Fundort scheint ungefähr 50 m ü. d. M., wahrscheinlich ein Stück unter der P. G. gelegen zu sein, welche hier 50—55 m ü. d. M. liegen dürfte. Über das Alter der Fichtenreste kann man augenblicklich also nur so viel wissen, dass sie aus keiner älteren Zeit als dem Zeitpunkte stammen können, wo das postglaciale Meer in dieser Gegend einige Meter unter sein Maximum gesunken war, wohl aber aus einer beliebigen späteren Zeit.

Wenn wir nun einen Rückblick auf diese Fichtenfunde aus den supramarinen quartären Ablagerungen Skandinaviens werfen, so finden wir sogleich, dass wahrscheinlich keiner derselben — etwa mit Ausnahme des von Roos in Österbotten gemachten Fundes — älter als atlantisch und ebensowenig älter als der Zeitpunkt sein kann, wo die postglaciale Senkung ihr Maximum erreicht hatte. In dieser Hinsicht bekommt man also eine völlige Übereinstimmung mit denjenigen Fichtenfunden, welche in den marinen Ablagerungen gemacht worden sind.

Was mag nun wohl die Ursache davon sein, dass man auf dem skandinavischen Boden Fichtenreste in keiner älteren Schicht gefunden hat? Die Antwort darauf hängt natürlich zusammen mit der Frage, zu welcher Zeit die Fichte zuerst in Skandinavien einwanderte, an welchen Punkten dies geschah, mit welcher Schnelligkeit und in welchen Richtungen diese Einwanderung fortschritt.

Will man von den Fossilien einer Erdschicht einen Schluss ziehen auf die Flora und Fauna der Zeit, in welcher dieselbe abgelagert wurde, so hat man auf die Frage zu achten: Wie viel von dieser Flora und Fauna wird durch die Überreste repräsentiert, welche sich in der fraglichen Bildung aufbewahrt finden? Die Antwort darauf erhält man meiner Ansicht nach am besten durch die Beobachtung, welche Teile der organischen Welt in der heutigen Bildung, die derjenigen der Vorzeit entspricht, eingebettet und aufbewahrt werden. Die Analogieschlüsse, welche man dann in Betreff

der letzteren ziehen kann, liegen oft sehr nahe. Dergleichen Untersuchungen sind leider sehr spärlich in der Litteratur mitgeteilt.

Man findet indessen fast immer, dass in jeder Gegend diejenigen Pflanzenformen, von denen irgend ein Teil Aussicht hat, zukünftig in fossilem Zustande aufbewahrt zu werden, einen erstaunlich geringen Teil der ganzen Flora ausmachen.

NATHORST[1]) erwähnt, dass in den heutigen Schwemm- und Torfbildungen Spitzbergens Blätter von nur 5 oder 6 der 150 Arten zählenden Phanerogamenflora aufbewahrt werden. Von den Phanerogamen der Flora Schonens können nach seiner Ansicht höchstens 10 % aufbewahrt werden.

Nach meinen Untersuchungen über die Pflanzenreste, welche in die recenten Flusssandablagerungen bei den Mündungen der Flüsse Norrlands eingebettet werden, sind nur 5 % der phanerogamen Flora, welche die Wassergebiete dieser Flüsse bekleidet, repräsentiert und zwar durch die gewöhnlichsten Formen, darunter besonders *Picea Abies* (L.).

In kleinen stillen Buchten des Sees von Klockarhyttan wird noch immer Schlamm und Moor derselben Beschaffenheit wie die Bodenschicht von Löppeskärret abgelagert. In den oberflächlichsten Teilen dieser Bildung habe ich nur Überreste von nachfolgenden Baumarten und Sträuchern gefunden:

Corylus Avellana L.: Blätter.
Alnus glutinosa (L.) Gärtn.: Blätter und Zapfen.
Betula verrucosa Ehrh.: Blätter.
Salix caprea L.: Blätter.
Picea Abies (L.): Nadeln.
Pinus sylvestris L.: Nadeln.

Rings um diese Buchten ist die Baum- und Strauchvegetation ziemlich reich, aber mehrere Arten, z. B. *Sorbus aucuparia* L., *Salix pentandra* L., *Juniperus communis* L., sind folglich in den recht großen Quantitäten von Schlamm, die von mir untersucht worden, nicht vertreten[2]).

Somit scheint es, als sollte man keinen allzu großen Wert auf die sozusagen negativen paläontologischen Zeugnisse legen, welche in jüngster Zeit häufig in die Fichtenfrage mit hineingezogen worden sind. Zwar findet man in den recenten Bildungen der fichtenbekleideten Partien Skandinaviens, die nicht zu kleine Portionen von Pflanzenresten führen, wie z. B. die oben erwähnten zeigen, fast immer Fichtenüberreste. Aber es ist ja möglich — sagt man vielleicht —, dass die Fichte seit langen Zeiten einen Bestandteil der Vegetationen gebildet hat, sich jedoch nicht eine so große Verbreitung hat verschaffen können, dass sie in unseren älteren quartären

1) S. G. U. Ser. C., A. G. NATHORST, Nya fyndorter för arktiska växtlämningar i Skåne 1877.

2) Cfr. auch in Bot. Notiser 1890 (R. SERNANDER, Några bidrag till den norrländska kalktuff-floran), was man in Jemtland von Pflanzenresten kann erwarten in eventuell recent gebildeten Kalktuffen. Eine besonders hervorragende Stellung würden die Fichtenreste einnehmen.

Ablagerungen repräsentiert werden konnte. Dies würde indes voraussetzen, dass die Fichte, wenn sie wirklich z. B. seit dem Anfang der subarktischen Periode einen Bestandteil der Vegetation Skandinaviens gebildet hätte, lange Zeit hindurch nicht dieselbe Fähigkeit wie heutzutage besessen hätte, den größeren Teil derjenigen Pflanzengesellschaften zu unterdrücken, mit denen sie in Conflict geraten kann. Es könnte also das Klima zu der Zeit, wo die fichtenlosen Schichten gebildet wurden, der Peripherie der weiten Sphäre, innerhalb deren die Lebensfunctionen der Fichte gebunden sind, so nahe gekommen sein, dass diese den Kampf mit anderen Pflanzenformen nicht mit derselben Stärke wie heutzutage hätte aufnehmen können. Dass aber ein so excessiver Wechsel des Klimas in der postglacialen Zeit stattgefunden haben sollte, dafür fehlt uns jede Andeutung. Andererseits könnten diejenigen Formationen, denen der Fichtenwald auch heutzutage ohnmächtig gegenübersteht, in früheren Zeiten eine weit größere Verbreitung als gegenwärtig gehabt haben. Das hätte z. B. mit Pineta cladidinosa und Cladineta ericosa der Fall sein können. Allein es scheinen, wie früher gesagt wurde, diese Formationen vorzugsweise ein continentales Klima zu lieben. Während der letzten subarktischen Periode war das Klima feucht. Deshalb mussten im Allgemeinen die Hylocomien in der Bodenschicht der Kiefernwälder mehr als die Cladinen begünstigt werden. Während der darauf folgenden borealen Zeit begannen Eichenwälder und Laubwiesen sich über ungeheure Teile Skandinaviens zu verbreiten und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach hauptsächlich auf Kosten der Kiefernwälder. Wäre die Fichte wirklich lange vor dieser Zeit vorhanden gewesen, so hätte sie Zeit haben können, die Kiefernwälder der letzten subarktischen Periode schon vor der Einwanderung der Eiche zu sprengen, da dieselben wahrscheinlich mit einem *Hylocomium*-Teppich versehen waren. Gegen den Fichtenwald würden der Eichenwald und die Laubwiesen nichts vermocht haben, und die thatsächlich große Verbreitung, welche sich die letzteren immer seit der borealen Zeit verschafften, würde sehr schwer zu erklären sein, wenn sich die Fichte schon während der subarktischen Zeit an der Vegetation beteiligt hätte.

Stützen sich aber die negativen, paläontologischen Zeugnisse in der Einwanderungsgeschichte der Fichte auf hinlänglich umfassendes Untersuchungsmaterial, so darf man ihnen auch ohne große Gefahr eine schwerwiegende Bedeutung beilegen.

Steenstrup hat in keinem der dänischen Torfmoore, die er so gründlich untersucht hat, irgend welche Fichtenreste gefunden. Zu demselben Resultat kam Gunnar Andersson bei seinen Studien über die Torfmoore Schonens. Auf Grund dieser Thatsache muss man die Möglichkeit einer Einwanderung der Fichte nach Skandinavien von Südwesten her ohne weiteres ausschließen. Von Westen kann sie auch nicht gekommen sein. Außer rein geographischen Gründen zeigt sich dies auch unter anderem

durch den vollständigen Mangel an Fichtenresten in den Torfmooren des westlichen Norwegen, wie Gløersen nachgewiesen hat. Es bleibt dann nur übrig, an irgend einen anderen oder einige andere Wanderstraßen im Osten oder Südosten zu denken.

Leider wissen wir nichts über die Zusammensetzung der Torfmoore Ostfinnlands. Von rein theoretischen Gesichtspunkten aus scheint es ja ziemlich wahrscheinlich, dass die ungeheuren Fichtenwälder Nordrusslands uralt sind, und dass ein breiter Wanderstrom sich schon früh aus ihnen nach Westen über Finnland gewälzt. Der von Roos in Österbotten gemachte subfossile Fichtenfund ist wenigstens atlantischen Alters. Dass also die Fichte schon während dieser Periode im westlichen Teil häufig gewesen, spricht viel für ihre Eigenschaft einer alten Mitbürgerin in der Flora des Landes. Von der ungeheuren Landstrecke, welche die Nordspitze des Bottnischen Meerbusens von dem nördlichen Eismeer trennt, musste sich dieser Einwanderungsstrom also ziemlich früh gegen Südwesten über die skandinavische Halbinsel ergießen. Nathorst will indessen nicht einräumen, dass Schweden etwas von seinen Fichtenwäldern auf diesem Wege bekommen habe. Er sagt in »Nature«[1]) September 1889, p. 455: »But this immigration cannot have taken place via Northern Sweden around the Gulf of Bothnia, as this part can be supposed to have only at a late period a climate mild enough for its existence.« Aber für die Annahme, dass das Klima nördlich von dem Bottnischen Meerbusen erst sehr spät mild genug werden konnte, um die Fichte gedeihen zu lassen, findet sich noch kein einziger Beweis. Vielmehr würde ein negatives paläontologisches Phänomen möglicherweise direct dagegen sprechen. Unter einem Kieswall fand Hult[2]) bei Turtola auf der finnländischen Seite der Torneå-Elf eine mächtige Torfbildung, in welcher er bei einer gründlichen Untersuchung eine ziemliche Menge Pflanzenformen traf, die nicht geringere Anforderungen als die Fichte an ein verhältnismäßig warmes Klima stellen. Eine solche Pflanzenform war z. B. die Kiefer, von welcher er reichliche Nadeln fand. Von der Fichte aber entdeckte er keinen einzigen Überrest. Wie es Hult selbst für wahrscheinlich hält, dürfte also der Turtola-Torf vor der Einwanderung der Fichte gebildet worden sein. — Außerdem zeigen die von demselben Forscher ausgeführten Untersuchungen über die Moosflora dieser Gegenden (Mossfl. tr. m. Aavasaksa och Pallast.), dass einst ein viel wärmeres Klima als das heutige hier geherrscht hat, und dass sich damals südliche Pflanzen weit gegen Norden verbreitet haben. Dass aber diese Zeit gerade der borealen Periode Blytt's entspricht, ist aus mehreren Gründen äußerst wahrscheinlich, und vor oder während dieser Periode hätte die Fichte kaum in Kemi-Lappmark einwandern können.

1) A. G. Nathorst, On the Geographical History of the Prehistoric Flora of Sweden.

2) Botaniska Notiser 1878. p. 130—131, Veg. och Fl. Kemi Lappm., p. 12—13 und Mossfl. tr. m. Aavasaksa och Pallast. p. 45.

Es fragt sich aber, ob die Fichte nicht auf anderen Wegen nach dem schwedischen Festlande übersiedelte. Es hätte dies entweder auf alten Landbrücken über gewisse Partien des Baltischen Meeres oder auch quer über irgend einen Teil seiner Wasserfläche stattfinden müssen. Während der Ancylushebung kann ja der Boden dieses Meeres höher als heutzutage gelegen haben. Dass dies in seinen südwestlichen Teilen der Fall gewesen, geht ganz unzweideutig aus den dort auftretenden gesenkten Torfmooren hervor. Gottland hat, wie die Untersuchungen Professor Lindström's (Om Gotlands nivåförändr.) zeigen, etwas höher als jetzt gelegen. Aber wie ich nachzuweisen versucht, halte ich es für sehr unwahrscheinlich, dass der Boden in den nördlichen Teilen der eigentlichen Ostsee, dem Bottnischen Meere und dem Bottnischen Meerbusen höher gelegen. So weit dürfte sich der Boden denn doch nicht gehoben haben, dass eine nunmehr verschwundene Landverbindung — und zwar nicht einmal durch die ziemlich seicht liegenden Barrieren bei dem Quarken und dem Åländischen Meere — hätte entstehen können.

Dass aber, wie Nathorst zuerst angenommen, die Fichte wirklich über das Wasser der Ostsee gewandert ist, dürfte ganz sicher sein. Immer mehr erhebt sich ja jetzt eine Reaction gegen die Anschauungsweise, welche eine Zeitlang einen nicht geringen Einfluss auf die Beurteilung vieler pflanzen- und tiergeographischen Fragen ausgeübt hat, dass nämlich die Wasserflächen einen Austausch von Organismen zwischen den respectiven Ufern besonders hemmen, ja geradezu verhindern. Von diesem Gesichtspunkte aus construierte man häufig, ohne sich auf irgend welche geologischen Gründe zu stützen, ohne weiteres eine bei irgend einem passenden Zeitpunkte existierende Landverbindung zwischen Florengebieten, welche eine gleichartige Flora oder Fauna haben, die aber gegenwärtig durch breitere oder engere Meeresarme getrennt sind. Man kann aber nicht mehr leugnen, dass Inseln, die vom Festlande weit entfernt sind und, wie sich thatsächlich nachweisen lässt, niemals mit demselben in Verbindung gestanden, eine mit demselben völlig identische organische Welt besitzen. Um ein Beispiel herauszugreifen, kann ein Fall genannt werden, den Högbom [1]) aus dem Bottnischen Meerbusen anführt. Bei der daselbst stark fortschreitenden säkulären Hebung wurde vor einer in geologischer Hinsicht sehr späten Zeit in einer Entfernung von mehr als einer Meile von der nächsten Küste eine Sandbank über das Wasser gehoben. Nunmehr ist die dadurch gebildete Inselgruppe — Holmön — mit einer Vegetation bekleidet, in der z. B. alle auf dem Festlande vorkommenden Baumarten zu finden sind; auch die Süßwasservegetation ist mit derjenigen des Festlandes u. s. w. iden-

---

1) A. G. Högbom, Om sekulära höjningar vid Vesterbottens kust. Geol. Fören. Förhandl. Bd. IX. 1887.

tisch, mit einem Worte, die Inselgruppe verhält sich in Bezug auf ihre Pflanzenwelt wie ein aus dem Festlande ausgeschnittenes Stück.

Die Hebung Gottlands kann unmöglich so groß gewesen sein, dass die Insel eine Landverbindung mit irgend einem Teil der Ostseeküste hätte bekommen können. Möglicherweise hat eine Reihe von Inseln, die etwa durch eine Hebung von Stolpe- und Mittelbank entstanden, Gottland mit der deutschen Küste näher verbinden können; aber die Entfernungen zwischen den respectiven Landpartien müssen doch noch recht bedeutend gewesen sein. Gleichwohl besitzt Gottland bekanntlich eine sehr artenreiche Flora, welche folglich über große Wasserflächen dahin eingewandert sein muss. Auch die Fichte bildete einen Bestandteil dieser Flora, nachdem das postglaciale Meer sich ungefähr 50% der Entfernung zwischen seiner Maximalhöhe und seinem heutigen Wasserstande zurückgezogen.

Über diese Insel ging wahrscheinlich ein Teil desjenigen Wanderstromes, den die Fichtenwälder der südöstlichen Ostseeküsten nach den südöstlichen Teilen der skandinavischen Halbinsel aussandten. Und nachdem die Fichte über ganz Finnland festen Fuß gefasst hatte, wurden ihre Samen ohne Zweifel bald nach den Küsten Uplands und Norrlands hinübergeführt. Dass die Quarken und das Åländische Meer sich als die besten Übergangspunkte darboten, dürfte ziemlich wahrscheinlich sein.

Über Westerbotten und Lappland drangen die Fichtenwälder Nordfinnlands südwärts nach dem übrigen Norrland, wobei sie gleichzeitig durch die eben erwähnten, von jenseits des Bottnischen Meeres kommenden Hülfstruppen unterstützt wurden; von unseren südöstlichen Küsten ging ein anderer Einwanderungsstrom über den größeren Teil des übrigen Schweden. In Norwegen wanderte die Fichte, wie Gløersen durch seine gründlichen Studien nachgewiesen hat, wenn man die Umgegend von Syd-Varanger ausnimmt, aus Schweden in zwei großen Strömen ein, von denen der südlichste nach demselben Forscher sich noch nicht ganz bis nach dem Ufer des Atlantischen Meeres verbreitet hat.

In welche Zeit kann man nun das erste Auftreten der Fichte an irgend einem Teile des skandinavischen Bodens verlegen? Aus dem, was die quartären Ablagerungen in dieser Hinsicht sagen, scheint hervorzugehen, dass die Fichte auf der skandinavischen Halbinsel und zwar besonders in Schweden nicht vor dem Maximum der postglacialen Senkung und auch nicht vor dem Schlusse der borealen Zeit, aber wahrscheinlich, wenigstens längs der Ostküste, während der atlantischen vorhanden war. Wie lange Zeit die Fichte gebraucht haben mag, um, nachdem sie an irgend einem Punkte Skandinaviens festen Fuß gefasst hatte, Schweden zu erreichen, ist natürlich äußerst schwer zu entscheiden. Ein Umstand spricht jedoch dafür, dass es vielleicht nicht so langsam gegangen, wie man a priori von dergleichen Wanderungen anzunehmen geneigt sein könnte. So weit nach Westen, wie in Dalsland, müsste sich nach meiner Deutung des dort

gemachten Fichtenfundes die Fichte während der subborealen Zeit gefunden haben, und die ältesten Funde von Fichtenresten im östlichen Schweden können nicht gut aus einem älteren Zeitraume als der atlantischen Periode stammen. Im östlichen Finnland, wo die Fichte natürlich älter als weiter westlich sein muss, ist sie in Analogie damit vielleicht nicht älter als boreal.

Wir wollen nun versuchen, die Fichte in ihrem Kampfe mit den bereits vorhandenen Formationen während ihrer Ausbreitung über Skandinavien ganz kurz und flüchtig zu verfolgen. Finnland müssen wir wegen der geringen Kenntnis, welche wir von seinen Pflanzenreste führenden Bildungen besitzen, außer Rechnung lassen. In Norrland müssten die Kiefernwälder, nach den Gesetzen zu urteilen, welche die Entwicklungsgeschichte der jetzigen Formationen beherrschen, vor der Ankunft der Fichte die Vegetation beherrscht haben. Eine Thatsache, die direct dafür spricht, dürfte die Beschaffenheit der norrländischen Kalktuffe sein; denn soweit dieselben eingehender untersucht worden sind, haben sie sich sämtlich durch ihre Flora als an Orten gebildet erwiesen, in deren umgebender Vegetation die Kiefer die Hauptrolle spielte. Ich habe angenommen, dass die Fichte das nördliche Schweden während der atlantischen Zeit erreichte. Hier mussten damals die am meisten verbreiteten Formationen Pineta hylocomiosa sein, und in dieser hatte ja die Fichte ein kräftiges Mittel für ihre weitere Verbreitung. Zu demselben Zeitpunkte begann die Fichte an unserer südlichen Ostküste aufzutreten. Im Obigen habe ich nachzuweisen versucht, dass die Fichte nur in gewisse Pflanzengesellschaften eindringt, wo die edlen Laubbäume die Waldschichten bilden. Über das mittlere und südliche Schweden hatte also die Wanderung der Fichte nach Westen im Allgemeinen verhältnismäßig langsam vor sich gehen müssen; unterdessen gelang es ihr aber, nicht nur den größeren Teil der Kiefernwälder, der »Björkbackar« und der Espenhaine (»Aspdungar«) u. s. w., sondern auch einen Teil von Eichenwäldern mit Haselunterwuchs, einen Teil von Hainthälchenformationen (»Lunddäldsformationen«) u. s. w. zu sprengen[1].

[1] Für ein specielles Gebiet, den Omberg am östlichen Ufer des Wettersees, hat A. G. Kellgren (Studier öfver Ombergsflorans papilionaceer. Bot. Notiser 1890) nachzuweisen versucht, »dass die Fichte ziemlich jung sei, und dass sie unmittelbar nach der Eichenflora eingewandert sei«. Er sagt ferner, dass sie »aus Osten oder Südosten« nach dem Omberg eingewandert und dass die Fichte das Zurückschieben der »Eichenflora« nach einigen Punkten im Norden und Westen verursachte. Aus seinen Schilderungen geht hervor, dass die Fichte diese Invasion zu einer so späten Zeit unternahm, dass Eichenstrünke noch in dem Fichtenwalde zu finden sind. Eine so späte »Einwanderung« der Fichte in einen Teil des südlichen Schwedens will ich natürlich nicht einräumen. Ich glaube deshalb, dass die Fichte viel länger auf dem Omberg und in dessen Umgegend zusammen mit denjenigen Formationen vorhanden gewesen, an denen sich eigentlich die »Eichenflora« beteiligte, und dass die in einer neueren Zeit stattgefundene Sprengung der Eichenwälder und der Laubwiesen (»Löfängar«) einfach von dem durch den Menschen, wie ich p. 35 geschildert habe, bewirkten Verrücken der

Auf großen Strecken konnte jedoch die Fichte ihre Wanderung nach Westen schneller ausführen. In gewissen Gebirgsgegenden, vor allem auf den Höhenzügen, welche die Grenze zwischen Svealand und Götaland bilden — Kolmorden, Tylöskogen und Tiveden — ist die gegenwärtig herrschende Vegetation ein Nadelwald, in welchem der Mensch die Verteilung der Kiefer und der Fichte bestimmt hat. Die edlen Laubbäume besaßen hier zwar früher eine weit mehr zusammenhängende Verbreitung als heutzutage; aber die Torfmoore zeigen deutlich, dass diese niemals die Vegetation beherrscht haben. In den Kiefernwäldern dieser Gegenden schritt die Fichteninvasion wahrscheinlich rasch vorwärts — cfr. die vielleicht atlantischen Fichtenfunde in Löppeskärret — und konnte in dieser Weise das westliche Schweden verhältnismäßig bald erreichen und während der subborealen Zeit über die wilden Gebirgsgegenden Wermlands z. B. nach Dalsland gelangen.

Wie verhielt sich nun die Fichte in denjenigen Gegenden, wo die Buche heutzutage die Vegetation beherrscht? Gelangte etwa die Fichte z. B. nach dem südlichen Schweden, ehe noch die Buche dort eingewandert war? Eine solche Frage hat ja einige Berechtigung, da die Buche nach STEENSTRUP's Ansicht die jüngste Baumart Dänemarks ist und G. ANDERSSON keine Spuren ihres Daseins in den Torfmooren Schonens gefunden hat. Die Buche ist indessen in der skandinavischen Flora kein so junger Baum, wie man gewöhnlich voraussetzt. So z. B. hat man sie wirklich in den dänischen Torfmooren angetroffen. HANSEN[1]) hat in einem solchen bei Kjedle-Sö zahlreiche Blätter und eine Frucht von *Fagus silvatica* L. in einer Tiefe von nahezu 6 Fuß gefunden. Da die Lagerverhältnisse nicht näher geschildert sind, ist es schwer, diese Buchenreste auf einen bestimmten geologischen Zeitraum zurückzuführen; aber die Mächtigkeit des überlagernden Torfes spricht für ein nicht unbedeutendes absolutes Alter.

Ich meinesteils glaube, dass die Buche ihre Wanderung in Skandinavien während der atlantischen Periode anfing. Während der borealen Periode erreichte wahrscheinlich die Ancylushebung ihr Maximum. Das nordwest-

---

relativen Gleichgewichtslage der Formationen abhängt. Auf die Ideen KELLGREN's, dass gewisse Papilionaceen: »*Lathyrus pratensis* (?), viele *Trifolium*arten, *Vicia Cracca* u. a.«, die der Verfasser nicht auf der westlichen Seite von Omberg, wohl aber auf der östlich davon liegenden Ebene gefunden, aus der Ebene eingewandert wären, sich aber nicht über den Omberg verbreitet hätten, ehe die Fichte nach der Seeseite zu den Weg schon abgesperrt, kann ich aus natürlichen Gründen nicht eingehen. Sowohl *Lathyrus pratensis* als *Vicia Cracca* sind subglaciale Formen, die sich als ein gewöhnlicher Bestandteil in mehreren Formationen über den größeren Teil Skandinaviens verbreitet finden, und die vermutlich in seiner Flora ein altes Bürgerrecht besitzen, und gewiss auch in derjenigen der westlichen Uferabhänge des Ombergs, sofern es dort passende Standorte gegeben hat.

1) EMIL CHR. HANSEN, En forelöbig Beretning om Moseundersögelser i Eftersommeren 1873. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn 1873.

liche Europa lag damals beträchtlich höher als heute. Der englische Canal existierte nicht, und große Gebiete der Nordsee lagen über der Meeresfläche. Die Einwirkung auf Meeresströme und Windrichtungen, welche diese Verteilung des Landes und der See herbeiführen musste, trug sicherlich zu dem continentalen Charakter der borealen Periode bei; ob sie diesen Charakter sogar verursachte, kann man selbstverständlich noch nicht entscheiden. Als der englische Canal entstand, senkten sich gleichzeitig große Teile desjenigen Festlandes, das sich über große Gebiete im südlichen Teile der heutigen Nordsee erstreckt hatte; die Belte entstanden und der salzige Strom, wodurch die postglaciale Senkung Skandinaviens eingeleitet wurde, brach herein. Ich habe die atlantische Periode in eine Zeit zu verlegen versucht, wo diese merkwürdigen geologischen Phänomene stattfanden. Die Veränderungen der Meeresströme und Windrichtungen, welche sich aus ihnen ergaben, übten wahrscheinlich auf das Klima der atlantischen Periode einen Einfluss aus, welcher demjenigen entgegengesetzt war, den die Ancylushebung, wie ich nachzuweisen versucht, auf das der borealen Periode hatte. Das Klima nahm einen entschieden insularischen Charakter an und die Buche musste also die günstigsten Bedingungen finden, um sich über das südwestliche Skandinavien zu verbreiten.

Das erste Auftreten der Fichte und der Buche innerhalb der Grenzen Skandinaviens will ich also in Zeitpunkte verlegen, die, um geologisch zu sprechen, einander ziemlich nahe stehen. Die Fichte wäre sonach etwas älter. Aber welche von ihnen zuerst die Gebiete erreichte, wo sie in der Gegenwart um die Herrschaft streiten, dürfte sich noch schwer mit Bestimmtheit entscheiden lassen. Einerseits hatte die Fichte einen Vorsprung in der Zeit und hatte durch ihre leichten beflügelten Samen geringere Schwierigkeiten, sich über weitere Strecken zu verbreiten, als die Buche mit ihren großen, schweren Nüssen. Anderseits aber hätte die Buche einen kürzeren Weg zurückzulegen gehabt, um die erwähnten Grenzgegenden, wenigstens die schwedischen, zu erreichen. Ein Umstand spricht jedoch dafür, dass die Fichte in diesem Wettstreit die größten Aussichten auf den Vorrang gehabt hat. Sie hat nämlich, das Vestanfjeldske Norwegen vielleicht ausgenommen, ihre Wanderung über diejenigen Teile Skandinaviens völlig abgeschlossen, wo der Fichtenwald nach der Ordnung der Natur den Schlusspunkt der Entwicklungsgeschichte der meisten Formationen bildet. Nicht so die Buche; auf Bornholm, dessen klimatische Verhältnisse dieselbe in die skandinavische Buchenregion einrangieren sollten, fehlt es an wild wachsenden Buchen. Areschoug[1]) hat die Vermutung ausgesprochen, dass auf denjenigen Inseln der Ostsee, »welche innerhalb des Gebietes der Buche liegen, denen es aber an Buchen fehlt, dieser Baum nicht habe einwandern

1) F. W. C. Areschoug, Bidrag till den Skandinaviska Vegetationens Historia, Lunds Universitets Årsskrift för år 1866. p. 84.

können, ehe dieselben isoliert worden«. Ungefähr in Übereinstimmung hiermit bin ich der Meinung, dass die See zwischen Bornholm und den benachbarten, mit Buchen bewachsenen Festlanden den Transport der Buchennüsse vorläufig gehemmt hat. Wahrscheinlich herrscht dasselbe Verhältnis auf dem südlichen Öland, wo die Buche fehlt, obgleich dieser Baum jenseits des schmalen Kalmar-Sundes Wälder bildet. In derselben Weise haben vielleicht die Belte eine Zeitlang auf die schließliche Einwanderung der Buche nach dem schwedischen Festlande verzögernd gewirkt. In dem nördlichen Schonen, in Halland, Blekinge und dem südlichen Småland fand also die Buche vielleicht bei ihrer Ankunft Fichtenwälder vor. Mit ihnen begann die Buche sofort einen siegreichen Kampf, der jedoch wahrscheinlich niemals auf größeren Gebieten durchgeführt wurde, weil vermutlich der Mensch am Anfang dieses Conflictes schon die Fähigkeit besaß, auf die Verteilung der Waldbäume einzuwirken.

Führte die Fichte bei ihrer Einwanderung irgend welche neue Elemente in die skandinavische Flora ein? Dies ist eine pflanzengeographische Frage von einer, wie ich glaube, großen Bedeutung. Aber es ist auch schwer, dieselbe eingehend zu beantworten.

Diejenigen Formen, die vermutlich die Fichte auf ihrer Wanderung nach Westen begleiteten, müssen natürlich überwiegend östlichen Ursprungs sein. Da aber die skandinavische Flora schon früher während der arktischen, der subarktischen und der borealen Zeit Zuschüsse dieser Art in Überfluss bekommen hatte, wird es äußerst schwer, unter all' diesen östlichen Typen die älteren und die verhältnismäßig spät eingewanderten zu unterscheiden.

Um indes anzudeuten, wie man nach meiner Ansicht wenigstens für einige Fälle mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit eine solche Distinction machen könnte, will ich unter den wenigen Formen, die ich zur Zeit für »Fichtengewächse« halten kann, ein Beispiel anführen und zwar *Sphagnum Wulfianum* Girgens.

Außerhalb Skandinaviens findet sich dieses Moos nur in Sibirien, Russland und dem östlichen Deutschland und muss deshalb, wie Dusén (Om Sph. utbr. i Sk.) angenommen hat, von Osten eingewandert sein. Es scheint über ganz Finnland bis hinauf zu 69° n. Br. ziemlich allgemein zu sein und ist in Norrland an vielen Stellen gefunden worden. Übrigens wurde es in Skandinavien nur an einer Stelle in Östergötland angetroffen und, wie K. A. Th. Seth neulich in Bot. Notiser 1891 p. 112 mitgeteilt hat, ist es von Robert Fries auch in der Umgegend von Upsala aufgefunden worden. Ein solches überwiegend östliches, aber im Norden und Süden so ausgedehntes und im Großen und Ganzen in sich so abgeschlossenes Verbreitungsgebiet ist in der skandinavischen Vegetation etwas sehr Seltenes.

Drei Erklärungsgründe bieten sich für dieses eigentümliche Verbreitungsverhältnis dar.

Möglichenfalls wird dieses Verbreitungsgebiet von irgend einer klimatischen Linie begrenzt, außerhalb welcher *Sph. Wulfianum* nicht gedeihen könnte[1]. Dass aber *Sph. Wulfianum* so complicierte klimatische Factoren wie diejenigen beanspruchen sollte, welche dieses sein gegenwärtiges Verbreitungsgebiet bezeichnen, in dessen verschiedenen Teilen so verschiedene Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse herrschen, scheint mir im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Es bleibt dann also nur übrig, sich den Verlauf der Grenzlinie des fraglichen Gebietes als einen mehr zufälligen zu denken. Entweder sollte dieses Gebiet der Überrest eines ehemals größeren sein, das durch das Anbringen anderer Formen so willkürlich zusammengezogen worden wäre, oder es sollte die Grenzlinie nach Westen zu die zufällige Verbreitung bezeichnen, welche *Sph. Wulfianum* während einer in dieser Richtung fortgehenden Wanderung in der Jetztzeit erreichen konnte.

Durch floristische Thatsachen kann man nicht entscheiden, welcher von diesen Erklärungsgründen die größte Wahrscheinlichkeit besitzt. Auch die paläontologischen Urkunden liefern keine directen Aufschlüsse; denn *Sph. Wulfianum* ist in unseren quartären Ablagerungen noch nicht gefunden worden. Wir wollen nun zusehen, was für Stützpunkte die Rolle liefert, welche *Sph. Wulfianum* innerhalb seines Verbreitungsgebietes in der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenformationen spielt.

In Skandinavien kommt dieses Moos immer in »Grankärr«, an sumpfigen Stellen der Fichtenwälder, in Kemi-Lappmark nach Hult[2] und in den aus Fichten und Birken zusammengesetzten Mischwäldern vor, die bald mit dem vollständigen Überhandnehmen des ersteren Baumes endigen. Folglich sollte es, da es einen Bestandteil ausgebildeter Schlussformationen ausmacht, keine eigentliche Concurrenz zu fürchten haben, sondern dürfte im Gegenteil an passenden Stellen in den schon vorher vorhandenen Abiegna weiter nach Westen und Südwesten rücken können.

Dass es seine Wanderung nach diesen Richtungen hin noch nicht hat vollenden können, dürfte mit dem Umstande zusammenhängen, dass es, wie aus Dusén's genauen Angaben über dessen Verbreitungsverhältnisse hervorgeht, selten Sporogonien erzeugt, somit nur auf eine schneckenhaft vorschreitende Ausbreitung auf vegetativem Wege hingewiesen ist. Vor der Fichte dürfte es jedoch nirgends in Skandinavien eingewandert sein, da es ja so constant gerade an in Ausbildung begriffene oder ausgebildete Abiegna gebunden zu sein scheint. In Skandinavien wäre *Sph.*

1) Dass die Verbreitung gewisser Sphagnaceen wirklich in der Hauptsache durch solche Linien bestimmt zu sein scheint, kann man aus der Karte ersehen, welche sich in der citierten Arbeit Dusén's findet. So richten sich die Grenzen für *Sph. imbricatum* Russow ziemlich genau nach den Isothermen, welche die Verbreitung der Eiche in Skandinavien bestimmen, und für *Sph. molle* Sulliv. nach denjenigen, welche die der Buche bestimmen.

2) Mossfl. i tr. m. Aavasaksa och Pallast.

Wulfianum also zu einem Zeitpunkte angelangt, wo die Fichte ihre Invasion anfing oder angefangen hatte; aber das fragliche Moos hat wahrscheinlich nur den Einwanderungsstrom begleitet, der nördlich von dem Finnischen Meerbusen in das obere Schweden eindrang[1]).

Die geologischen Zeugnisse von der Geschichte der Fichte ausserhalb Skandinaviens.

Bisher habe ich eine Frage zu vermeiden versucht, deren Tragweite jedoch von fundamentaler Bedeutung für diese ganze Auseinandersetzung der Einwanderung der Fichte in Skandinavien sein dürfte, nämlich folgende: Wie hat sich die pflanzengeographische Geschichte der Fichte in anderen Gegenden der Erde gestaltet, ehe sie ihren postglacialen Wanderungszug über den Boden Skandinaviens antrat?

Eine nur annäherungsweise befriedigende Antwort hierauf abzugeben, ist unter den gegenwärtigen Verhältnissen einfach unmöglich. Gerade die Gebiete — ich denke dabei speciell an Osteuropa —, von wo wahrscheinlich die besten Aufschlüsse eingeholt werden könnten, sind bezüglich ihrer quartären Geologie, vor Allem bezüglich der Pflanzenreste führenden Bildungen, und ihrer biologischen Pflanzengeographie gar zu wenig bekannt.

Vielleicht könnte indessen eine Zusammenstellung einiger zerstreuter Thatsachen, die für eine künftige Lösung dieser Frage als Material dienen können, einigen Werth besitzen.

Die Fichte hat zeitiger als die meisten anderen Baumarten der Gegenwart Spuren ihres Daseins hinterlassen. Schon in miocenen Schichten hat man nämlich Nadelbaumreste gefunden, welche mit entsprechenden Teilen von *Picea Abies* (L.) vollständig übereinstimmen.

Unter den Pflanzenfossilien, welche von den schwedischen Spitzbergen-Expeditionen heimgebracht wurden, erkannte Oswald Heer[2]) in einem Schiefer, den er als einen miocenen deutete, Fichtenreste.

Bald darauf machte er einen gleichen Fund in einer miocenen Schicht aus Grinnell-Land[3]).

---

1) Das isolierte Vorkommnis in Östergötland (in der Gemeinde Klockrike) erscheint etwas eigentümlich. Ich habe schon früher nachzuweisen versucht, dass, ehe der Mensch die Verteilung der Bäume in unseren Wäldern zu bestimmen anfing, die Fichte auf großen Strecken des mittleren und südlichen Schweden mehr zusammenhängende Wälder als heutzutage bildete. Die Strecke zwischen Klockrike und dem Fundorte bei Upsala ist zum größten Teil eine dicht bevölkerte und gut angebaute Gegend, wo *Sph. Wulfianum* vielleicht im Laufe der Zeiten infolge der durch die Hand des Menschen stattgefundenen Decimierung der Wälder — speciell der Fichtenwälder — ausgerottet worden ist.

2) Oswald Heer, Die miocene Flora und Fauna Spitzbergens. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 8. 1867.

3) Oswald Heer, Flora fossilis arctica. 5. Bd. Die miocene Flora des Grinnell-Landes gegründet auf die von Capitän H. W. Feil und Dr. E. Moss in der Nähe von Cap Murchison gesammelten fossilen Pflanzen. Zürich 1878.

Dieses sind die einzigen Funde von Fichtenresten aus der tertiären Zeit, die Heer kannte. Er sagt auch ausdrücklich[1]), dass *Picea Abies* (L.) in dem tertiären Europa fehlt und dass dieselbe erst in der quartären Zeit dort angelangt ist, nachdem sie infolge klimatischer Veränderungen im hohen Norden ausgestorben war.

Ob dies aber wirklich der Fall ist, dürfte fraglich sein. Schon während der pliocenen Zeit hätte diese Einwanderung stattfinden können. Man kennt noch nicht besonders viel über die europäische Pliocenflora, aber das temperierte Gepräge, das die gemachten Untersuchungen mit Bestimmtheit für dieselbe ausweisen, hätte die Einwanderung der Fichte wenigstens über gewisse Teile des nördlichen und mittleren Europa fördern müssen. Dazu kommt noch, dass man schon aus den tertiären Bildungen dieser Gegenden Pflanzenreste kennt, die zwar nicht völlig bestimmbar sind, aber nach ihrer Form und ihrem Bau zunächst mit der Fichte übereinzustimmen scheinen.

So nehmen Th. Geyler und F. Kinkelin[2]) in ihrem Verzeichnis der oberpliocenen Flora bei Niederrad und der Schleuse »*Pinus Abies*« auf.

In Schonen giebt es mehrere Vorkommnisse von Basalt. Über das Alter derselben weiß man nur, dass sie tertiär sind. An einer Stelle ist dieser Basalt mit einer Tuffbildung vereinigt. In dieser fanden S. A. Tullberg und A. G. Nathorst[3]) vor etwa 10 Jahren Nadelholzkohlen. Dieselben Pflanzenreste wurden später von B. Jönsson[4]) mikroskopisch untersucht. Er sagt: »Nach dem, was die organische Structur an die Hand giebt, sind sie sämtlich Coniferen und gehören wahrscheinlich alle zu der Gattung *Pinus*. Zwei deutlich getrennte Arten sind unter den untersuchten Präparaten vertreten, von denen die eine in ihrem Bau zunächst mit der Föhre, die andere mit der Fichte übereinstimmt.«

Aber bereits aus den ältesten Zeitabschnitten der quartären Epoche kennt man mit völliger Gewissheit die Fichte als europäisch. In England ist sie in einer präglacialen Schicht in Norfolk[5]) angetroffen worden.

---

1) Oswald Heer, Über die nivale Flora der Schweiz. Denkschriften der schweizerischen Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft. XXIX. 1884. p. 30.

2) Th. Geyler und F. Kinkelin, Oberpliocene Flora aus den Baugruben des Klärbeckens bei Niederrad und der Schleuse bei Höchst am Main. Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1887. Nach Referat im Bot. Centralblatt.

3) S. A. Tullberg och A. G. Nathorst, Meddelande om en växtlemningar innehållande basaltvacka vid Djupadal i Skåne. Geol. För. Förhandl. Bd. V.

4) Fr. Eichstädt, Om basalttuffen vid Djupadal i Skåne. G. F. F. Bd. VI. p. 414—415.

5) Cfr. z. B. Robert Austen, On the Valley of the English Channel. The quarterly ournal of the geol. soc. of London 1850. Heer, Die Urwelt der Schweiz 1865, oder Saporta, Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme. 1879.

Hiernach scheint die Fichte während der ganzen quartären Zeit bis in die Gegenwart im mittleren und westlichen Europa existiert zu haben.

In einer diluvialen Schicht in der Badelhöhle bei Graz in Steiermark fand Unger[1]) nebst Knochen von Ursus spelaeus und anderen Höhlentieren ein fossiles Holzstück von »*Pinus Abies* Linn.«. Wahrscheinlich ist diese Schicht gleichaltrig mit irgend einer der großen Vergletscherungen, vielleicht gerade mit der ersten.

Während der interglacialen Zeit war die Fichte mit Sicherheit wenigstens im mittleren Europa vorhanden. In den schweizerischen »Schieferkohlen« hat Heer Fichtenreste gefunden und zwar sowohl bei Dürnten, Utznach, als bei Wetzikon (cfr. die Urwelt der Schweiz 1865 [2])).

Vermutlich sind auch die Fichtenfunde, welche P. Fliche[3]) aus der Umgegend von Nancy mitgeteilt hat, interglacialen Alters. Er fand einen Lignit, der »par une couche puissante de graviers quaternaires à *Elephas primigenius* provenant des alluvions anciennes de la Meurthe« überlagert war. Die Flora und die Fauna des Ligniten sind glacialer und subglacialer Natur. Unter den übrigen Pflanzenresten merkt man die Lärche und *Alnus viridis*. Die gefundenen Fichtenreste rechnet er teils zu »*Pinus obovata* Antoine«, teils zu der gewöhnlichen Fichte, aber einer »Race à cônes petits, présentant des écailles arrondies (*Abies medioxima* Nylander)«. Sie scheinen also zu derselben Form zu gehören, unter welcher die Fichte gegen ihre Nordgrenze in dem ganzen Waldgebiete der alten Welt auftritt.

Wahrscheinlich gehört ein Fichtenfund, den derselbe Forscher[4]) in den Torfmooren der Champagne gemacht hat, in die Zeit während oder nach der letzten Vereisung. Er fand nämlich nahe bei Troyes und Vannes in der Moorerde, welche die Bodenschicht dieser Moore ausmacht, Fichtenreste zusammen mit Organismen, die einen ziemlich nördlichen Charakter trugen.

Wie sich die Fichte während der postglacialen Zeit im westlichen und mittleren Europa verhielt, ist eine Frage von großer pflanzengeographischer Bedeutung, über die man aber noch nicht viel Bescheid geben kann. Ich möchte jedoch die Aufmerksamkeit auf die folgenden Thatsachen lenken, weil sie deutlich zeigen, dass die Fichte wirklich in diesen Gegenden während dieser ganzen Zeit zu finden war. Sie ist folglich nicht in einer postglacialen Periode von Osten her dahin eingewandert, sondern hat — wie äußerst wahrscheinlich auch die übrigens durch ihre colossale östliche Verbreitung ausgezeichnete Lärche, *Alnus viridis* und die Arve, von denen die beiden erstgenannten auch in der mutmaßlich interglacialen Schicht bei

1) F. Unger, Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

2) Die bekannte Höttinger Breccie wird nunmehr allgemein als interglacial gedeutet. Auch in dieser ist *Picea Abies* (L.) gefunden worden.

3) P. Fliche, Sur les lignites quaternaires de Jarville près de Nancy. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. Tome 80. 1875. p. 1233—1236.

4) P. Fliche, Faune et Flore des tourbières de la Champagne. Comptes rendus 1876. p. 979—982.

Nancy gefunden worden — dort wenigstens seit der interglacialen Zeit existiert.

Dass die Fichte in der Schweiz in einer geologisch so späten Periode wie in der Pfahlbauzeit vorhanden war, ist ja an und für sich nichts Merkwürdiges; aber bemerkenswert ist immerhin, dass sie schon damals, also vor mehreren Jahrtausenden, nach Heer's[1]) Ansicht »der häufigste Nadelholzbaum unseres Landes« (der Schweiz) war.

Wichtiger sind aber die an den Küsten der Nordsee gemachten Funde.

Steenstrup[2]) erwähnt in einem Vortrage 1869, dass er in den Torfmooren längs der Elbemündung »Fichten und Fichtenzapfen in Menge« gefunden. Nach Fischer-Benzon[3]) hat Steenstrup diese Funde vor mehr als 40 Jahren bei Schulau gemacht; und ersterer hat auch selbst in dort geholten Torfproben Fichtenreste in Menge gefunden.

Diese Schulauer Torfschicht ist von Zeise[4]) als eine interglaciale gedeutet worden. Sie wird nämlich von einem 2 m tiefen »Decksand« überdeckt, von dem er (l. c. p. 46) sagt: »dürfte wohl ein Residuum des oberen Geschiebemergels darstellen«.

In Übereinstimmung mit Fischer-Benzon erlaube ich mir jedoch, diese Altersbestimmung Zeise's in starken Zweifel zu ziehen. Die überlagernde Sandschicht zu einem Residuum einer Moräne zu machen, scheint mir sehr gewagt. Ich glaube deshalb, dass man diese Torfschicht am besten als postglacial deuten muss, gerade wie man es nach den von H. Credner, E. Geinitz und F. Wahnschaffe gemachten Untersuchungen[5]) in Betreff der bekannten — auch fichtenführenden — Torfschicht bei Lauenburg, die von Keilhack[6]) als interglacial beschrieben wurde, hat thun müssen.

Es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass sowohl die Schulauer als die Lauenburger Schicht mit den an der Westküste Schleswig-Holsteins befindlichen Torfschichten äquivalent sind, welche Knuth[7]) als von Sanddünen überlagert beschreibt und welche sich unmittelbar über den Boden der Nordsee hinaus bis zu recht bedeutenden Tiefen fortsetzen. In diesen gesenkten Torfmooren sind auch neulich Fichtenreste gefunden worden.

1) Oswald Heer, Die Pflanze der Pfahlbauten. Zürich 1865. p. 39.

2) Japetus Steenstrup, Törvemossernes Bidrag till Kundskab om Danmarks forhistoriske Natur og Kultur. Kbhn 1869.

3) Fischer-Benzon, Untersuchungen über die Torfmoore der Provinz Schleswig-Holstein. Bericht der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. VII. 1889.

4) Oskar Zeise, Beitrag zur Kenntnis der Ausbreitung, sowie besonders der Bewegungsrichtungen des nordeuropäischen Inlandeises in diluvialer Zeit. Königsberg 1889.

5) Neues Jahrbuch für Mineralogie Bd. II. 1889.

6) Jahrbuch der Kgl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1884. Berlin 1885. p. 223—230.

7) Paul Knuth, Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt in Schleswig-Holstein. Schriften des naturwissenschaftl. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. VIII. Erstes Heft.

Fischer-Benzon erwähnt (l. c. p. 382), dass man in Westerland auf Sylt im März 1889 nach einem starken Weststurme am Westrande von Sylt bei Buhne einen Block Torf von mehreren Kubikfuß Rauminhalt gefunden, der zahlreiche Fichtenreste enthielt. Knuth hat jüngst — siehe seine soeben citierte Abhandlung — einen ganz ähnlichen Fund gemacht.

Im Obigen habe ich mehrmals nachzuweisen versucht, dass, ehe die postglaciale Senkung eintrat, große Gebiete des nordwestlichen Europa viel höher als heute lagen und dass nicht unbedeutende Teile der Nordsee, des Kattegats und der westlichen Ostsee damals Land waren. Die Hebung, durch welche diese von den gegenwärtigen so abweichenden Niveauverhältnisse zu Stande kamen, habe ich, was das baltische Becken betrifft, die Ancylushebung genannt. Ich bin der Ansicht, dass die boreale Periode in diese Hebung fiel, und dass die atlantische Periode erst in einem verhältnismäßig vorgeschrittenen Stadium der postglacialen Senkung ihren Anfang nahm. Die in Schleswig-Holstein angetroffenen Fichtenreste können folglich nicht wohl jünger sein als die spät borealen, können aber natürlich viel älter sein.

Es wäre äußerst interessant, nähere Auskunft über die Lagerungsverhältnisse dieser Fichtenfunde zu bekommen. Es scheint a priori nicht unwahrscheinlich, dass die Fichtenwälder, aus denen sie stammen, direct aus denjenigen entstanden, welche, wie Fliche's Forschungen zeigen, während oder gleich nach der letzten Vereisung die Ufer der Quellflüsse der Seine schmückten.

Für die Kenntnis der Geschichte von der skandinavischen Vegetation ist es jedoch von der größten Wichtigkeit, dass diese relativ westlichen Fichtenwälder niemals einen Ausläufer nach Skandinavien hinüber zu senden vermochten. Eine Gewähr hierfür bilden die bestimmten Aussprüche Steenstrup's, dass sich die Fichte niemals in Dänemark gefunden, Aussprüche, die wegen der umfassenden Untersuchungen der dänischen Torfmoore, auf welche sie sich stützen, eine mächtige Autorität besitzen.

Russland (und vielleicht auch Preußen) ist es, von wo die Fichte nach Finnland und Schweden kam. Das Alter und die Entwicklungsgeschichte der russischen Fichtenwälder sind noch in Dunkel gehüllt. Dass sie aufs Innigste mit den sibirischen zusammenhängen, dürfte außer allem Zweifel stehen.

In Sibirien besitzt die Fichte ohne Zweifel ein sehr altes Bürgerrecht. Einen directen paläontologischen Beweis hierfür lieferte die bekannte Mammut-Expedition Schmidt's[1]). Wir citieren Schmidt's eigene Worte (l. c. p. 26—27).

1) Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammutcadavers von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an den unteren Jenisei ausgesandten Expedition von Mag. Friedrich Schmidt. Mémoires de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg. VII. Série. Tome XVIII. No. 1. 1872.

»Auf der Höhe des Jeniseiufers finden sich an mehreren Stellen Lager von Moostorf mit wohl erhaltenen Nadelholzstämmen, die für die ehemalige weitere Verbreitung des Baumwuchses zeugen.

Auf der Tundra des rechten Ufers, am Wege zum Nerilgebirge, habe ich vielfach Stämme im Grunde von nahezu einen Faden mächtigen Torfmooren gefunden, sowohl Birken- als Nadelholzstämme; letztere an der Kassaga und mit beiliegenden Zapfen: es war *Abies obovata*.

Hier lag das Torfmoor auf grobem Geröll, wie es schien, schon außerhalb des Gebiets der marinen Schichten.

Die erwähnten Baumfunde wurden im offenen Torfmoore auf der Höhe der Tundra gemacht, in Gegenden, wo die Bäume jetzt nur in geschützten Thälern und an nach Süden gekehrten Abhängen vorkommen.«

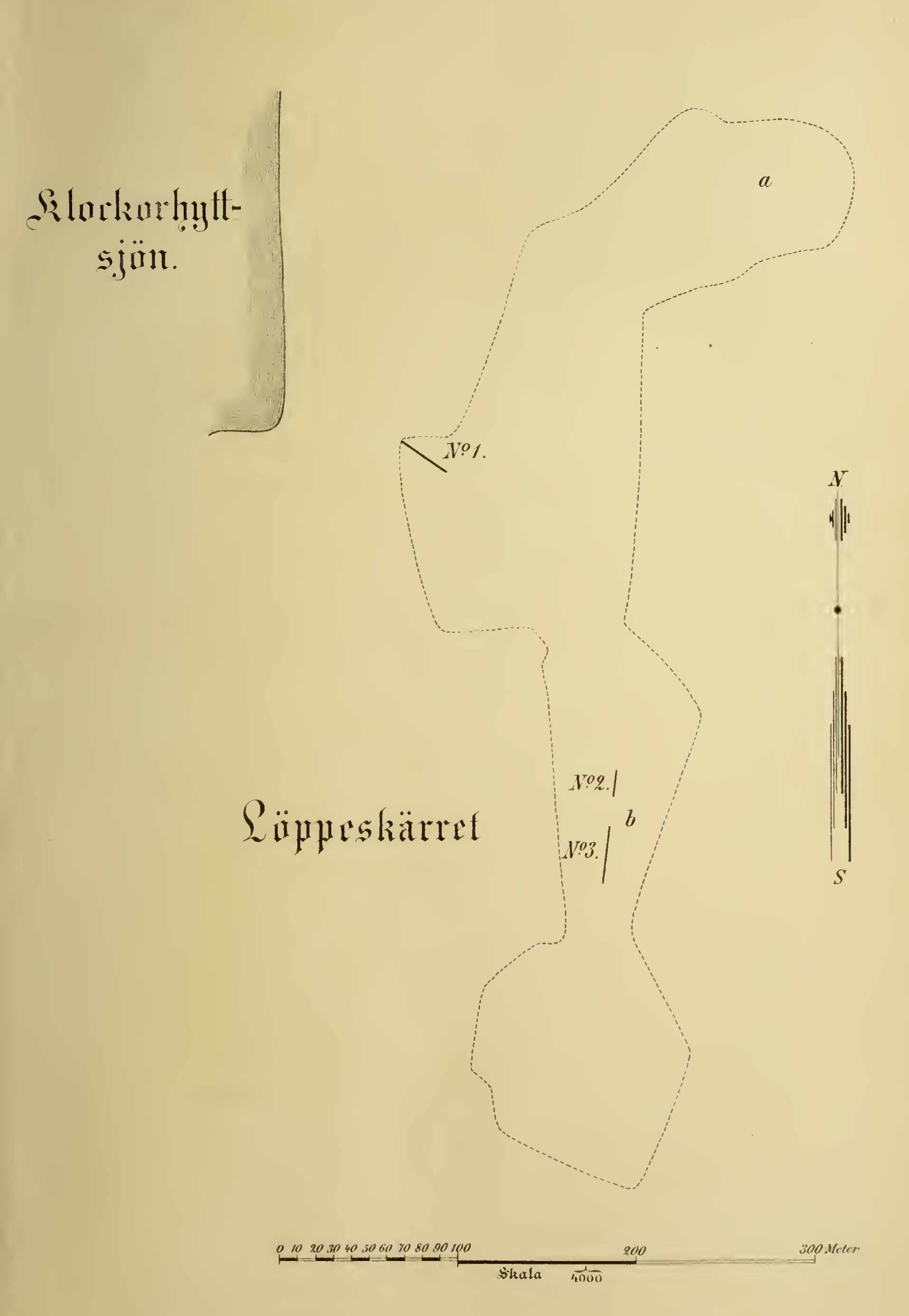
Die Fichte bildete also einen Bestandteil der Vegetation Sibiriens zu einer Zeit, wo die Baumgrenze höher als heutzutage lag. Sie ist ferner seit jener Zeit dort vorhanden gewesen, als die untersten Schichten der am unteren Laufe des Jenisei liegenden Torfmoore abgelagert wurden, und kann sehr wohl älter sein, als da die größte Senkung, von der Sibirien im letzten Abschnitt der quartären Zeit betroffen wurde, ihr Maximum erreicht hatte.

Eigentümlich bleibt jedoch, dass Middendorff[1]) in dem Treibholze (»Noah- oder Adamshölzer«) das sich in den sibirischen Strandwällen bis zu einer recht bedeutenden Höhe über der jetzigen Meeresfläche findet, keine Fichte, sondern nur die Lärche und *Abies sibirica* Ledebour entdeckte.

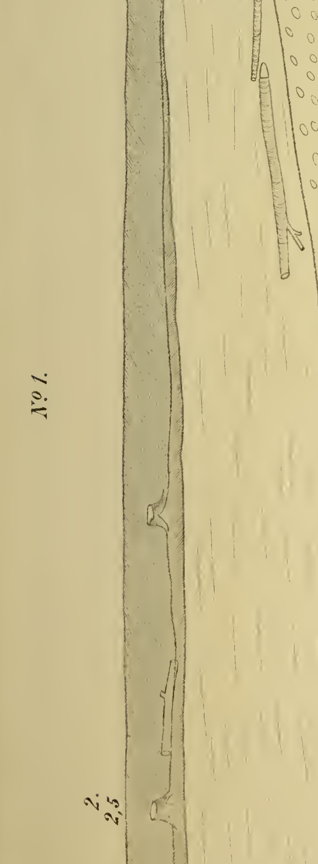
Haben sich nun diese sibirischen Fichtenwälder in irgend einem relativ späten Abschnitte der quartären Periode über Russland verbreitet? Oder sind sie dort eben so alt als z. B. in der Schweiz oder in Frankreich? Die Antwort hierauf kann erst dann gegeben werden, wenn die Torfmoore Russlands einigermaßen genügend untersucht und diese Untersuchungen in Einklang gebracht sind mit dem Kampfe, welcher jetzt unter den Baumarten der russischen Urwälder stattfindet. Nach meiner Überzeugung kann man nur durch Forschungen, die diese Richtung verfolgen, den eigentlichen Kernpunkt der Frage von der Einwanderung der Fichte in Skandinavien ermitteln, die Ursache nämlich, der zufolge die Fichte im Vergleich mit fast all' unseren anderen Baumarten so spät auf dem Boden Skandinaviens erschien.

---

1) A. v. Middendorff, Reise in dem äußersten Norden und Osten Sibiriens. I. 1. Teil. p. 12.



Rutger Sernander del.
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.



SO. a b c 1. 2,1 NW.

Nº 3.

1:200.

N. 6,0. 1. 5,9. S.

Nº 2.

S. 1. 3,8. N.

Rutger, Sernander del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.